



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

Gleison Henrique da Silva

**DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DA US-75 DA CORSAN EM ERECHIM-RS
POR MEIO DO MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Engenharia
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.**

Passo Fundo

2006

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA**

Gleison Henrique da Silva

ORIENTADOR: Professora Vera Maria Cartana Fernandes, doutora.

CO-ORIENTADOR: Professor Henrique da Silva Pizzo, doutor.

**DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DA US-75 DA CORSAN EM ERECHIM-RS POR
MEIO DO MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação de Engenharia para
obtenção do título de Mestre em
Engenharia.**

Passo Fundo

2006

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação:

**Diagnóstico das perdas de água no sistema de abastecimento da US-75 da CORSAN em
Erechim-RS por meio do método do balanço hídrico.**

Elaborada por:

Gleison Henrique da Silva

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Aprovado em: 09/06/2006
Pela Comissão Examinadora

Dra. Vera Maria Cartana Fernandes
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dra. Lúcia Helena de Oliveira
UFG – Universidade Federal de Goiás

Dr. Marcelo Hemkemeier
UPF – Pós-Graduação em Engenharia

Dr. Antonio Thomé
Coord. Prog. Pós-Graduação em Engenharia

Dra. Blanca Rosa Maquera Sosa
UPF – Pós-Graduação em Engenharia

Passo Fundo
2006

Dedico este trabalho, aos meus pais, Osvaldo e Elenira, irmãos, Sidiclei e Mariane, e a minha namorada, Jordana, que estiveram ao meu lado, me apoiaram, com amor e atenção, em todos os momentos desde o início desta jornada.

Agradeço aos colegas e professores do curso de Pós Graduação em Engenharia, em especial, ao Prof. Henrique e a Profª Vera responsáveis pela orientação do trabalho.

Também a CAPES pela concessão da bolsa e a CORSAN, principalmente a US 75 Erechim, pela disponibilidade dos dados que possibilitaram o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a todos os meus grandes amigos, pela força e entusiasmo que demonstraram por mais esta conquista, entre eles ao Gustavo por me auxiliar na formatação do abstract.

Portanto... Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste sonho.

RESUMO

Considerando que a escassez de água no Brasil e no mundo está em um nível preocupante, busca-se descoberta de novas maneiras de racionar e minimizar o uso e desperdício de água, bem como implantação de novas tecnologias para esse fim. A presente pesquisa analisa os diferentes usos e perdas de água existentes em um sistema de abastecimento e distribuição de água, analisando conceitos e aplicações de métodos para o controle de perdas em sistemas de distribuição de água. Sendo assim, efetuou-se um diagnóstico na Unidade de Saneamento 75 (US 75) da CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento - com o objetivo de verificar as diferentes parcelas de perdas e usos da água, existentes no município de Erechim – RS, resultando em um balanço hídrico para a concessionária local, esta que anteriormente possuía apenas um controle de perdas de água por meio de indicadores percentuais. A metodologia utilizada foi definida por meio de pesquisas bibliográficas, sendo possível associar as informações adquiridas por meio da coleta e análise dos dados referentes ao funcionamento e eficácia do sistema atual, buscando analisar as diferentes parcelas de perdas ocorridas, bem como a forma economicamente viável para iniciar a adaptação do sistema numa política de controle de perdas. Por fim, o balanço hídrico revelou a existência de diferentes parcelas de perdas e usos de água anteriormente desconsideradas na análise por indicadores percentuais da concessionária local e a ocorrência de vazamentos na tubulação como a maior responsável pelo volume de perdas de água no sistema analisado. Tais resultados obtidos poderão ser relevantes também para demais concessionárias e áreas afins, preocupadas com o desperdício deste bem tão importante para o desenvolvimento da sociedade.

Palavras-chaves: Perdas de água, sistemas de controle de perdas, escassez de água.

ABSTRACT

Considering that the water scarcity in Brazil and all over the world is concerned searching new ways of wastage and minimize the use of water as well is the improvement of the water technology. The present research analyze the different uses and water loss existent in a system of supplying and distribution of water, analyzing the concepts and applications of methods to control the wastage in the distribution system. Therefore, a diagnosis was made in the US 75 of CORSAN objecting to verify the different amount of water wastage existing in Erechim – RS, resulting in a standard water balance to the local concessionaire that owned just the water waste control by percentile indicators. Following a defined methodology through bibliographical research it was possible to associate the information acquired through the collection and analysis of the data referred to the functioning and effectiveness of the current system comparing the different amounts of occurred losses, as well as an viable economically way to initiate the system's adaptation of losses' control. At last, standard water balance reviewed the existing of different amount of water uses and wastage before disrespected in the percentile indicators analyzes in a local concessionaire and the occurrence of leakiest in the pipe system as the biggest responsible of the water wastage volume in the analyzed system. The reached results could also be excellent to other companies worried about the wastefulness of this so important good for the society's development.

Keywords: Losses of water, systems of control of losses, water scarcity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	CICLO HIDROLÓGICO	22
FIGURA 2:	RESERVAS HÍDRICAS BRASILEIRAS	26
FIGURA 3:	FLUXOGRAMA TÍPICO FÉ UMA AUDITORIA DE ÁGUA	31
FIGURA 4:	ESQUEMA GERAL DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	32
FIGURA 5:	CURVA DE ERRO CARACTERÍSTICA DOS MEDIDORES	49
FIGURA 6:	MAPA HIDROGRÁFICO DO RIO GRANDE DO SUL	64
FIGURA 7:	MAPA DAS SUPERINTENDÊNCIAS DA CORSAN - RS	65
FIGURA 8:	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DA ÁGUA DA CORSAN EM ERECHIM	66
FIGURA 9:	VISTA AÉREA DO MUNICÍPIO DE ERECHIM	67
FIGURA 10:	COMPARAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE PERDAS MÓVEL E O CALCULADO A PARTIR DAS MÉDIAS MÓVEIS BIMESTRAL, TRIMESTRAL E QUADRIMESTRAL – VALORES DO DISTRITO FEDERAL	94
FIGURA 11:	COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE PERDAS, PROPOSTO POR GONÇALVES	95
FIGURA 12:	COMPARAÇÃO ENTRE OS VOLUMES PRODUZIDOS, MEDIDOS E ESTIMADOS	98
FIGURA 13:	GRÁFICO RELATIVO AOS ÍNDICES DE PERDAS PERCENTUAIS DA CONCESSIONÁRIA LOCAL	99
FIGURA 14:	VOLUME PRODUZIDO PELA UNIDADE NO PERÍODO DE AGOSTO/03 A MAIO/05	104
FIGURA 15:	CARACTERIZAÇÃO DO VOLUME A SER COMERCIALIZADO COM 100% DE HIDROMETRAÇÃO	145
FIGURA 16:	AÇÕES SUBSEQÜENTES DA IMPLANTAÇÃO BEM SUCEDIDA DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PERDAS	154

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1:	ESQUEMA DO BALANÇO HÍDRICO PADRÃO	37
QUADRO 2:	CLASSIFICAÇÃO DA BANDAS DE EXATIDÃO	38
QUADRO 3:	CLASSIFICAÇÃO DA CONFIABILIDADE DA FONTE DE INFORMAÇÃO	39
QUADRO 4:	PERDAS REAIS POR SUBSISTEMA - ORIGEM E MAGNITUDE	40
QUADRO 5:	CAUSAS PROVÁVEIS DE FALHAS E RUPTURAS NAS TUBULAÇÕES EM FUNÇÃO DA FASE DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	42
QUADRO 6:	PERDAS APARENTES	47
QUADRO 7:	PROSPEÇÃO DE INDICADORES POR MEIO DA LITERATURA	52
QUADRO 8:	INDICADORES DE GESTÃO	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	COLETA DE DADOS SOBRE O VOLUME MACROMEDIDO	70
TABELA 2:	COLETA DE DADOS SOBRE O VOLUME VARIÁVEL DOS RESERVATÓRIOS	71
TABELA 3:	RELATÓRIO DE VOLUMES MEDIDOS/PRODUZIDOS 2003-2, CORSAN US75	96
TABELA 4:	RELATÓRIO DE VOLUMES MEDIDOS/PRODUZIDOS 2004-1, CORSAN US75	97
TABELA 5:	RELATÓRIO DE VOLUMES MEDIDOS/PRODUZIDOS 2004-2, CORSAN US75	97
TABELA 6:	RELATÓRIO DE VOLUMES MEDIDOS/PRODUZIDOS 2005-1, CORSAN US75	97
TABELA 7:	DADOS GERAIS PARA APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO	101
TABELA 8:	DADOS COMPLEMENTARES PARA APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO	101
TABELA 9:	COLETA DE DADOS SOBRE O VOLUME PRODUZIDO PELA UNIDADE NO PERÍODO DA AGOSTO/03 A MAIO/05	103
TABELA 10:	ENTRADA DE ÁGUA NO SISTEMA	105
TABELA 11:	VOLUME MEDIDO AUTORIZADO NÃO CORRIGIDO	107
TABELA 12:	VOLUME ESTIMADO AUTORIZADO NÃO CORRIGIDO	109
TABELA 13:	CONSUMO FATURADO MEDIDO TOTAL	110
TABELA 14:	VOLUME UTILIZADO NA LAVAGEM DOS RESERVATÓRIOS DA US 75	114
TABELA 15:	VOLUME UTILIZADO NA LAVAGEM DOS DOS DECANTADORES E FLOCULADORES	115
TABELA 16:	COLETA DE DADOS REFERENTE AO VOLUME UTILIZADO NO COMBATE AO INCENDIO	117
TABELA 17:	CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO	122
TABELA 18:	CLASSE DE CONSUMO X ERROS MÉDIOS DE SUBMEDIÇÃO	126
TABELA 19:	APLICAÇÃO DA CORREÇÃO DEVIDO A CLASSE DE CONSUMO	127
TABELA 20:	CÁLCULO DO CONSUMO MÍNIMO MÉDIO	131
TABELA 21:	CÁLCULO DO VOLUME SUBMEDIDO ESTIMADO	132
TABELA 22:	PERDAS APARENTES DO SISTEMA	134
TABELA 23:	PERDAS REAIS DO SISTEMA	137
TABELA 24:	QUADRO RESUMO DO BALANÇO HÍDRICO APLICADO	138
TABELA 25:	DADOS COMPLEMENTARES DA APLICAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO	139
TABELA 26:	BALANÇO HÍDRICO DA UNIDADE	140
TABELA 27:	ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA MICROMEDIÇÃO NO 1º SEMESTRE DE 2004	142
TABELA 28:	ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA MICROMEDIÇÃO NO 2º SEMESTRE DE 2004	143
TABELA 29:	CÁLCULO DO PROGRAMA DE VENDAS	148
TABELA 30:	CÁLCULO DOS CUSTOS OPERACIONAIS	148
TABELA 31:	CÁLCULO DO CAPITAL DE GIRO	149
TABELA 32:	CÁLCULO DO INVESTIMENTO INICIAL	149
TABELA 33:	QUADRO DO FLUXO FINANCEIRO DO EMPREENDIMENTO	150

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	15
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5 ESCOPO E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 A ESCASSEZ DE ÁGUA.....	19
2.1.1 A ESCASSEZ DE ÁGUA NO MUNDO	24
2.1.2 A ESCASSEZ DE ÁGUA NO BRASIL.....	26
2.2 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	28
2.2.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PERDAS	30
2.2.1.1 AUDITORIA DA ÁGUA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO E ABASTECIMENTO	30
2.2.1.2 BALANÇO HÍDRICO	31
2.2.2 PERDAS REAIS.....	39
2.2.3 PERDAS APARENTES	45
2.2.4 INDICADORES DE GESTÃO	51
2.2.5 CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS	58
2.3 EXPERIÊNCIAS RELACIONADAS AO CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS	59
2.3.1 A EXPERIÊNCIA DA REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SETOR JD. POPULAR, EM SÃO PAULO (AUTORA: DÉBORA SOARES).....	59
2.3.2 EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO DE REDES SOBRE AS PERDAS D'ÁGUA NO DISTRITO PITOMÉTRICO DE IPANEMA (AUTOR: PAULO ROBINSON DA SILVA SAMUEL).....	61
3 METODOLOGIA	62
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	62
3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	63
3.1.2 PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	67
3.1.3 VARIÁVEIS ANALISADAS	68
3.1.3.1 PASSO 0: DEFINIR O SISTEMA NO QUAL FOI EFETUADO O BALANÇO HÍDRICO E RESPECTIVAS DATAS DE REFERENCIA	68
3.1.3.2 PASSO 1: QUANTIFICAR O VOLUME DE ÁGUA QUE ENTRA NO SISTEMA	68
3.1.3.3 PASSO 2A: DETERMINAR O CONSUMO MEDIDO FATURADO	72
3.1.3.4 PASSO 2B: DETERMINAR O CONSUMO NÃO-MEDIDO FATURADO.....	72
3.1.3.5 PASSO 3: VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA.	73
3.1.3.6 PASSO 4: DETERMINAR O CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO	73
3.1.3.7 PASSO 5: DETERMINANDO O CONSUMO AUTORIZADO TOTAL.	83
3.1.3.8 PASSO 6: DETERMINANDO AS PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA.	84
3.1.3.9 PASSO 7: QUANTIFICANDO AS PERDAS APARENTES DO SISTEMA.	85
3.1.3.10 PASSO 8: DETERMINANDO AS PERDAS REAIS DO SISTEMA.	86
3.1.3.11 PASSO 9: AVALIANDO AS PERDAS REAIS.....	87
3.1.4 APLICAÇÃO DA PLANILHA PARA CÁLCULO DO BALANÇO HÍDRICO – LNEC VERSÃO 1.2 - 2005:.....	89
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	90
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	91
4.1 APLICAÇÃO DOS DIFERENTES ÍNDICES PARA AVALIAÇÃO DE PERDAS NA US 75 DA CORSAN	91
4.2 ANÁLISE DOS DADOS REFERENTES AOS INDICADORES DE GESTÃO	95
4.3 CONFECÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO ESTUDO DE CASO PROPOSTO	99
4.3.1 PASSO 0: DEFINIÇÃO DO SISTEMA NO QUAL FOI EFETUADO O BALANÇO HÍDRICO E RESPECTIVAS DATAS DE REFERENCIA.	100
4.3.2 PASSO 1: VOLUME DE ÁGUA QUE ENTRA NO SISTEMA	101
4.3.3 PASSO 2A: DETERMINANDO O CONSUMO MEDIDO FATURADO.....	106
4.3.4 PASSO 2B: DETERMINANDO O CONSUMO NÃO-MEDIDO FATURADO.....	108
4.3.5 PASSO 3: VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA.....	110

4.3.6	PASSO 4: DETERMINAÇÃO DO CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO.	111
4.3.7	PASSO 5: DETERMINAÇÃO O CONSUMO AUTORIZADO TOTAL.	123
4.3.8	PASSO 6: DETERMINANDO AS PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA.	123
4.3.9	PASSO 7: QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS APARENTES DO SISTEMA	124
4.3.10	PASSO 8: DETERMINAÇÃO DAS PERDAS REAIS DO SISTEMA.	134
4.3.11	PASSO 9: AVALIANDO AS PERDAS REAIS.....	134
4.4	ESTUDO FINANCEIRO PARA DESENVOLVIMENTO DE UMA POLÍTICA DE CONTROLE DE PERDAS PARA A US 75 DA CORSAN.....	141
5	CONCLUSÕES	152
5.1	CONCLUSÃO DA PESQUISA	152
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	155
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	157

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Atualmente, a preocupação mundial com a escassez da água, provoca um crescimento no número de pesquisas referentes ao tema de controle e desperdício de água. Sabendo da dependência do ser humano pela água, é muito importante a execução de ações e projetos que visem a manutenção deste bem tão precioso.

Neste conjunto de ações existentes, este trabalho busca a aplicação de ações que previnam o desperdício de água nos sistemas de abastecimento e distribuição. Sabendo que as perdas de água nos sistemas de distribuição e abastecimento, no Brasil, podem chegar a valores próximos a 70% do volume total coletado, imaginamos que este desperdício certamente poderá fazer falta futuramente.

É pensando nisso, que este trabalho propõe a caracterização das diversas parcelas de perdas no sistema de abastecimento e distribuição de água na Unidade de Saneamento 75 da CORSAN - Companhia Riograndense de Saneamento - em Erechim, para que sejam tomadas providências para resolver os problemas, evitando assim, o alto índice de desperdício.

1.2 Problema de pesquisa

Hoje se torna imprescindível que as concessionárias responsáveis pela distribuição de água implantem uma cultura de trabalho que objetiva a redução das perdas de água em seu sistema. As perdas alcançam índices impressionantes, e de certa forma inaceitáveis, agravadas, em alguns casos, pela inexistência de dados utilizados na implantação de sistemas para controle de perdas.

Mas é importante lembrar que, toda e qualquer mudança de cultura na execução de serviços resulta em algum investimento por parte do executor e, muitas vezes, são altos

valores a serem desembolsados, provocando uma análise extremamente detalhada da implantação dos projetos. Sendo assim, uma caracterização extremamente detalhada do objeto de estudo, neste caso a aplicação de um sistema de redução e controle de perdas, não deve somente levar em consideração o retorno econômico do investimento para classificá-lo como viável ou não-viável. É de extrema importância, que o projeto adapte-se aos atuais critérios exigidos para sua implantação, que envolve principalmente a continuidade ou melhoria do bem estar social e ambiental do local de abrangência do projeto. É importante salientar que, indiferente da natureza das companhias, sendo estas públicas ou privadas, ambas devem respeitar o bem estar social e ambiental da população local da implantação de todos os projeto propostos.

Então, analisando os problemas provenientes das perdas por parte das concessionárias, o projeto proposto para controle e redução das perdas e o valor do investimento proposto e o bem estar proposto à sociedade, questiona-se: é possível implantar uma metodologia de trabalho que vise o controle de perdas em sistemas de distribuição de água aplicada ao estudo de caso da Concessionária da CORSAN de Erechim?

1.3 Justificativas

A preocupação com a escassez de água no Brasil e no mundo está em um nível extremamente elevado, provocando a busca e descoberta de novas maneiras de racionar e minimizar o uso e desperdício de água, bem como implantação de novas tecnologias para esse fim. O estudo sobre perdas no sistema de distribuição e abastecimento de água busca reduzir o alto índice de desperdício apresentado todos os anos pelas concessionárias responsáveis. Quando se imagina uma perda total que pode chegar à ordem de 4 a 6 litros em cada 10 litros de água potável distribuídos, associando que cerca de 35% da população mundial não tem acesso a água tratada, conclui-se que é imprescindível a tomada de decisões acerca desse problema. O mais impressionante fica a cargo das previsões pouco otimistas sobre o futuro da disponibilidade de água no planeta, onde se pode indicar que, segunda CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, cerca de três bilhões (ou mais) de habitantes que devem ser adicionados à população mundial no próximo meio século nascerão em países que já sofrem de escassez de água.

O estudo de perdas nos sistemas de distribuição de água é um passo em direção da sustentabilidade hídrica, visando reduzir os desperdícios pensando na manutenção desta cultura, pois quanto menos se perde, em relação a sua produção, significa que melhor está

sendo aproveitado o bem. Levando em consideração que as concessionárias prevêem um índice de perdas na distribuição, e não estão dispostas a arcarem com tais custos sozinhas, normalmente repassam esses aos consumidores, que pagam pelo desperdício. Nesta filosofia, com a redução das perdas, automaticamente haverá uma significativa redução dos custos para o consumidor final.

Através deste estudo, se permite ir além dos problemas de escassez e elevação da tarifa ao consumidor, pois nos encontramos em um mundo que gira em torno de duas principais fontes. Uma é a já citada água, a outra caracteriza o funcionamento da economia, das culturas mundiais, e que junto com a água, permite o funcionamento do mundo como um todo, ou seja, a energia elétrica. Existe uma extrema relação entre água e energia elétrica, principalmente no Brasil, que tem nos recursos hídricos sua principal fonte de energia elétrica. Esta relação é direta, principalmente em relação ao consumo de energia pela própria Concessionária para a produção da água potável a ser distribuída. É consenso no Setor de Saneamento que as elevadas perdas de água tem relação direta com o consumo de energia elétrica, e que as ações de combate às perdas de água configuram-se em efetivo potencial de redução de desperdício de energia elétrica, principalmente no âmbito dos sistemas de abastecimento de água (ELETROBRÁS, 2004).

Portanto, é notável que o estudo das perdas em sistemas de distribuição de água tem relação direta com o futuro da sustentabilidade hídrica, buscando evitar a escassez de água, bem como uma relação econômico-financeira com os consumidores e também, uma importante relação com o consumo de energia elétrica. Sendo assim, a redução das perdas de água trarão inúmeras vantagens para as concessionárias responsáveis pelo abastecimento e para os consumidores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Diagnosticar as diversas parcelas de perdas de água existentes no sistema de distribuição e abastecimento de água da Unidade de Saneamento 75 da CORSAN, em Erechim – RS.

1.4.2 Objetivos específicos

A pesquisa objetiva alcançar em sua atividade, metas pré-traçadas referentes a problematização. Tais objetivos específicos da pesquisa são:

- Definir, dentre os índices de perdas, qual é o mais representativo no desperdício total de água por parte das concessionárias responsáveis pela distribuição;
- Propor medidas para o controle de perdas de água no sistema de abastecimento da US 75 em Erechim-RS;
- Aplicar os dados coletados em uma planilha para Cálculo do Balanço Hídrico – LNEC Versão 1.2 – 2005;
- Identificar os custos de implantação de uma política de controle de perdas;
- Identificar as vantagens que o controle de perdas proposto poderá gerar para a concessionária e para o consumidor.

1.5 Escopo e delimitação do trabalho

Neste trabalho apresentam-se os princípios teóricos e práticos para a aplicação de metodologias direcionadas para a identificação das diferentes parcelas de perdas de água que os sistemas de distribuição e abastecimento estão sujeitos. É dada uma ênfase à revisão de literatura, buscando assim o estado da arte sobre o tema, servindo como um referencial teórico para a aplicação prática no estudo de caso do município de Erechim – RS.

1.6 Estrutura do trabalho

Além do presente capítulo, no qual se apresenta o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho, este relatório de dissertação está composto por mais quatro capítulos.

No capítulo 2, descreve-se a revisão de literatura, embasando teoricamente o trabalho proposto. Neste capítulo desenvolve-se a parte conceitual da pesquisa, e principalmente a análise do estado da arte do tema proposto.

No capítulo 3, apresenta-se o método de pesquisa utilizado no presente trabalho. Ainda, nesse capítulo, a estratégia, o delineamento da pesquisa, assim como as atividades realizadas são discutidas detalhadamente.

No capítulo 4, são apresentados resultados encontrados da pesquisa, referindo-se a análise de alguns indicadores de gestão, bem como discussão na aplicação de um método existente para índice de perdas.

No capítulo 5, apresentam-se as conclusões da pesquisa, analisando a resposta que os resultados oferecem em acordo com os objetivos propostos para o seu desenvolvimento. Também são relatadas as indicações e recomendações para trabalhos futuros que sigam a linha desta pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estudo sobre o tema perdas de água geradas em sua distribuição aos consumidores, atualmente está sendo aprofundado com o objetivo de um correto levantamento dos desperdícios, bem como as maneiras mais viáveis economicamente para a correção dos problemas. Sabendo que o acesso a água não é somente um direito do ser humano, mas uma necessidade, portanto devemos caracterizar o abastecimento de água como um sistema essencial na sociedade. Porém, a questão que envolve a redução da disponibilidade hídrica para consumo direto é inversamente proporcional a demanda da mesma, o que obriga aos setores relacionados ao abastecimento e distribuição de água investir em melhorias de projeto, operação e manutenção, buscando a otimização dos serviços prestados, bem como a redução das perdas. A preocupação encontra-se bem fundamentada, partindo da situação em que está a disponibilidade de água no mundo, e a escassez que assola muitos países.

2.1 A escassez de água

A princípio, quando analisamos o globo terrestre, notamos a quantidade de água que cobre o planeta, cerca de 3/4 da superfície. Pensamos que, a partir disto, a falta de água não deveria preocupar a sociedade, mas o que ocorre é que uma porcentagem mínima desta quantidade de água é destinada para o consumo humano. Esta imagem, segundo Samuel (2001) é resultado da má gestão e o descaso no trato dos assuntos relacionados com a água, tendo gerado a idéia equivocada de que a água é uma fonte inesgotável, esta que começa a chocar-se com a realidade, fazendo perceber que a água é cada vez mais um recurso finito, pois a degradação do meio ambiente vem escasseando e contaminando rapidamente as reservas superficiais e subterrâneas dos recursos hídricos. Sendo assim, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de preservação dos recursos hídricos. Políticas, estratégias e

ações em prol da preservação fazem-se necessárias em todos os âmbitos, desde a fonte até o consumidor.

De acordo com os índices informados por Dantas (2002), cerca de 97,5% da água existente na Terra, encontram-se nos oceanos e mares, sendo assim, água salgada, imprópria para o consumo humano e para a produção de alimentos, dificultando o seu uso potável, pois a dessalinização tem um custo extremamente elevado, sendo a última alternativa utilizada para combater a escassez local da água. Dos 2,5% restantes, classificados como água doce, não estão inteiramente disponíveis para o uso, pois cerca de 68,9% encontra-se nas calotas polares e geleiras, 29,9% constituem as águas subterrâneas e 0,9% são relativas à umidade dos solos e pântanos. A água dos rios e lagos representa apenas 0,3% do total de água doce do planeta. Portanto, a água passível de captação para ser disponibilizada ao consumo encontra-se nos rios, lagos e reservatórios da superfície, e correspondem a aproximadamente a 0,01% de toda água do planeta.

Embora a água seja a substância mais abundante do nosso planeta, especialistas e autoridades internacionais alertam para um possível colapso das reservas de água doce, a qual está se tornando uma raridade em diversos países. A matemática é simples: a quantidade de água no mundo tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos, enquanto cada vez mais pessoas utilizam água da mesma fonte. A procura aumenta, mas a oferta permanece inalterada. Em 24 anos, 1/3 da população da Terra poderá ficar sem água, se não forem tomadas medidas urgentes (CAMARGO, 200-).

Sendo assim, fica clara a contradição a que estava sujeita, durante milênios, a humanidade, que segundo Camargo (200-), considerou a água como algo que não se modificaria, não seria escasso e estaria sempre limpa para consumo. Nesses tempos longínquos, a água não estava relacionada aos circuitos econômicos e alimentava as populações, a custo muito baixo. Hoje, para atender às suas necessidades básicas – higiene pessoal, comida, lavagem de louça e roupa, limpeza da casa e para beber –, uma pessoa consome, em média, cerca de 200 litros de água por dia.

A água é um recurso natural, porém finito e vulnerável e atualmente enfrenta um fenômeno novo que é a sua extração excessiva em larga escala através do uso das bombas, tanto para consumo residencial ou comercial, resultando em uma extração de água dos aquíferos muito mais volumosa em comparação a sua recarga pluvial. Além disso, há de se preocupar com os seus usos múltiplos (abastecimento humano, abastecimento industrial, irrigação agrícola, geração de energia elétrica, lazer e turismo, entre outros). Essa

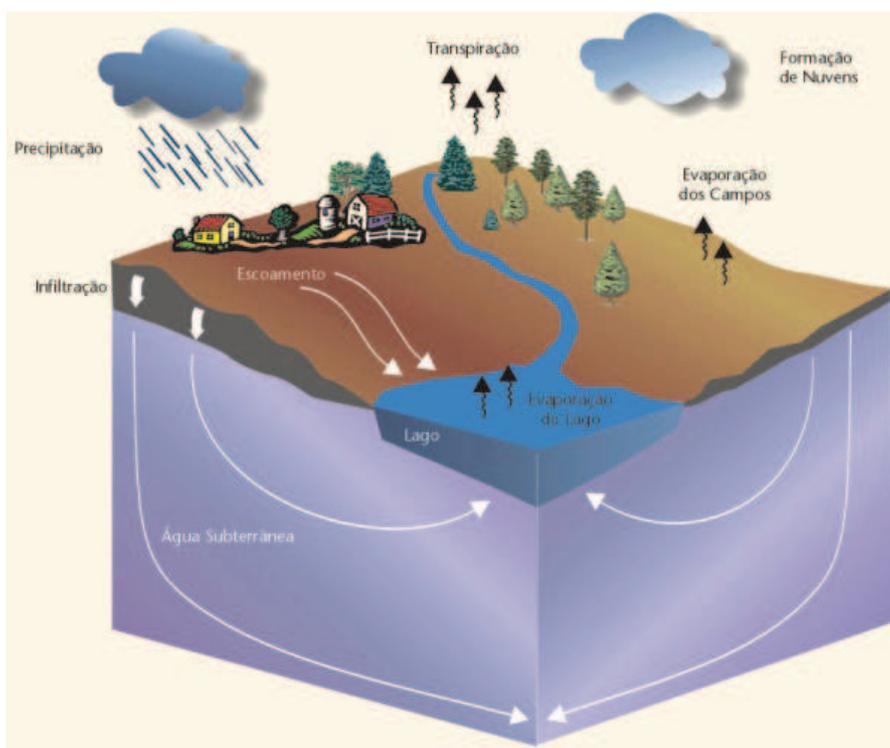
multiplicidade tem sido a causa principal dos conflitos pelo uso da água. Embora ainda existam oportunidades para o desenvolvimento de novos recursos hídricos, a restauração do equilíbrio entre consumo da água e o próprio abastecimento sustentável dependerá, fundamentalmente, de iniciativas no lado que demanda o consumo, como estabilização populacional e conseqüente elevação da produtividade hídrica.

Tocchetto e Pereira (2004) revelam que são inúmeras as previsões relativas à escassez de água, em conseqüência da desconsideração da sua esgotabilidade. A água é um dos recursos naturais fundamentais para as diferentes atividades humanas e para a vida, de uma forma geral. Apesar de muitos entenderem que o ciclo natural da água promove a sua recuperação, na prática não é o que se observa, tendo em vista os inúmeros fatores que interferem no mesmo. A falta de água traz como efeito a seca, que possui diversas faces dependendo da ótica da observação. A mais comum é a seca climatológica, que desencadeia o processo, seguida da seca das terras e a conseqüente seca social, com os respectivos danos e mazelas causadas. A seca hidrológica representa a falta de água nos reservatórios e mananciais.

O consumo mundial de água cresce de modo acelerado, mas as fontes de recursos hídricos são limitadas. Fontes essas que estão mal distribuídas em algumas regiões. Basta dizer que quase metade deles se encontra na América do Sul. E, desses, mais da metade está no Brasil. Porém, a utilização indiscriminada tem provocado o esgotamento das reservas superficiais, com a conseqüente exploração dos aquíferos subterrâneos. Enquanto a população mundial cresce desordenadamente, a quantidade de água no mundo tem permanecido quase constante nos últimos 500 milhões de anos. Já o seu volume em circulação depende do ciclo hidrológico, representado na Figura 1, que se caracteriza por: precipitação (chuvas), escoamento (rios) e fluxo de águas subterrâneas, que é recarregado através da umidade do solo. A quantidade de água doce produzida pelo ciclo hidrológico é hoje basicamente a mesma que em 1950 e que deverá ser em 2050.

O rápido crescimento populacional, a expansão agrícola e industrial, e a expansão urbana acelerada trazem como conseqüência uma maior utilização dos recursos naturais, introduzindo-lhes modificações e influências, que tornam menos adequado, e até impróprio o seu uso. Por outro lado, a quantidade e qualidade da água disponível para abastecimento público atuam como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma cidade (BARROSO, 2005). Donzier (2005) revela que nestas condições, tendo em conta o crescimento das necessidades e da poluição, a água pode tornar-se, em muitas regiões, um fator limitativo do desenvolvimento futuro e objeto de acesa competição entre os seus

usuários potenciais, pois em vários países, as necessidades já ultrapassam os recursos renováveis anuais, e os estudos prospectivos mostram que sem modificações substanciais das práticas atuais irão surgir situações críticas a partir da primeira metade do próximo século, e em todos os continentes.



Fonte: IGM (2005).

Figura 1: Ciclo Hidrológico.

Com base em tais estatísticas e na preocupação que fora direcionada à futura escassez de água, foi firmado em uma Conferência das Nações, em 1972, o Protocolo de Estocolmo responsável por abordar a necessidade de preservação dos recursos hídricos.

Referente a Conferência de 1972, Moraes (2001) informa que o Thame (secretário da ONU) lembra que a Declaração de Estocolmo é um dos primeiros documentos internacionais relacionados à preservação do meio ambiente referindo que 30 anos depois, não se conseguiu reverter o ritmo da degradação e as últimas décadas foram caracterizadas pelo acelerado crescimento demográfico, pois entre 1950 e 2000, a população mundial cresceu de 2,5 bilhões para 6,1 bilhões de pessoas e a quantidade de água doce hoje produzida pelo ciclo hidrológico é a mesma. Sendo assim, ONU prevê que, em 2054, o planeta terá 9 bilhões de habitantes. Nesse momento, a água atingirá o chamado ponto de equilíbrio, ou seja, sua quantidade será suficiente apenas para atender às necessidades da população e se houver desperdício, vai

faltar água. Então, a sociedade deve assumir um compromisso com os recursos hídricos, com o objetivo de manter a qualidade e a quantidade suficiente para que seja dada continuidade no ciclo de vida do mundo. Já, Barroso (2005) revela que durante a Rio +10, realizada em Johannesburgo em 2002, a ONU divulgou índices segundo os quais, até 2025, metade da população do planeta ficará sem acesso à água, afirmando que o controle e a redução das perdas de água no mundo é instrumento fundamental para a mudança cultural que será necessária no que se refere à utilização deste recurso natural fundamental à vida, e que para isso funcionar, é preciso motivar a sociedade ao uso racional da água considerado mais nobre, que é a do abastecimento público.

Portanto, Brown (2001) revela que os governos não podem mais separar a política populacional do abastecimento de água, pois se países carentes de água não adotarem medidas urgentes para estabilizar a população e elevar a produtividade hídrica *per capita*, a escassez de água em pouco tempo se transformará em falta de alimentos. O primeiro passo em direção a esse objetivo é eliminar os subsídios da água que incentivam a ineficiência. O segundo passo é aumentar o preço da água, para refletir seu custo. Estas mudanças serão mais rápidas se o preço da água for mais representativo que seu valor, preparando, assim, uma conscientização cada vez mais crescente, preparando a sociedade para a valorização e valoração de seus recursos naturais.

A escassez da água é uma das preocupações ambientais que impulsionaram os questionamentos sobre o papel do meio ambiente e dos recursos naturais no cenário de desenvolvimento dos países, necessitando uma atenção especial dos governos e organizações envolvidas nesta atividade. Moura (2004) relata que de acordo com alguns autores a água é um recurso bastante peculiar entre os recursos naturais, desempenhando diferentes papéis: ora é vista como produto para consumo direto, ora como matéria-prima, ora como ecossistema. Essas atribuições múltiplas determinam dois posicionamentos importantes e até certo ponto divergentes: se por um lado a água é um bem econômico, obedecendo às leis de mercado, por outro lado seu caráter induz que haja uma regulamentação do seu uso, com legislação específica e atuação direta do poder público. Por isso, é exigido um modelo de gestão, embasado nos princípios gerais de gestão ambiental, incorporando essas particularidades de uso da água.

2.1.1 A escassez de água no mundo

Numa época em que a seca nos Estados Unidos, Etiópia e Afeganistão está nas manchetes dos jornais, tende-se a esquecer uma escassez de água muito mais séria. À medida que a demanda suplanta a oferta, os lençóis freáticos estão hoje diminuindo em todos os continentes. Dezenas de países estão enfrentando esse problema. Vivemos num mundo em que a água se torna um desafio cada vez maior. A cada ano, mais 80 milhões de pessoas clamam por seu direito aos recursos hídricos da Terra. Infelizmente, quase todos os 3 bilhões de habitantes que devem ser adicionados à população mundial no próximo meio século nascerão em países que já sofrem de escassez de água. Já nos dias de hoje, muitas pessoas nesses países carecem do líquido para beber, satisfazer suas necessidades higiênicas e produzir alimentos (BROWN, 2001).

Segundo a CETESB (2004), a escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU - Organização das Nações Unidas - fica claro que controlar o uso da água significa deter poder. As diferenças registradas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento chocam e evidenciam que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais.

Conforme Vésper (2004), na África, dos 53 países, 13 sofrem com a escassez de água. Em duas décadas serão mais 12. Os africanos são assombrados pela previsão de que em 25 anos metade do seu povo não terá água para viver. E os europeus, que sentiram o gosto de duas guerras, sabem aproveitar os escassos recursos até a última gota. Cada vez menos, o abastecimento tem a ver só com o que cai do céu e, cada vez mais, com o uso do que se faz da água aqui na Terra. A cada ano, mais 80 milhões de pessoas clamam por seu direito aos recursos hídricos da Terra. Infelizmente, quase todos os 3 bilhões de habitantes que devem ser adicionados à população mundial no próximo meio século nascerão em países que já sofrem de escassez de água.

Donzier (2005) revela que foi demonstrado nas Conferências Internacionais de Paris e Haia, de Março de 1998 e de 2000, respectivamente, que a disponibilidade dos recursos de água doce continental, em quantidade e em qualidade suficientes, corre o risco de se tornar, daqui a uma geração (em 2025), uma verdadeira aposta de desenvolvimento econômico e social na maioria dos países do nosso planeta. Existem países áridos e países úmidos, anos secos e anos pluviosos, mas as variações em relação às médias anuais são ainda assim consideráveis, e as chuvas podem ser violentas, concentrando-se em algumas semanas por ano e provocando então inundações por vezes mortíferas e devastadoras, cujo essencial do débito

não pode ser armazenado e regressa ao oceano, e ser seguidas de longos meses de seca, como é o caso do clima mediterrânico ou das zonas de monção, ou por não cair frequentemente um pequeno aguaceiro, num longo período anual, que a água disponível deixa de ser globalmente rara, como no noroeste da Europa. Num mesmo país, as regiões são mais ou menos bem dotadas. Na Argélia, por exemplo, 75% dos recursos renováveis estão concentrados em 6% do território.

Alem (apud CAMARGO, 200-), indica que segundo a Organização Meteorológica Mundial da Organização das Nações Unidas (OMM/ONU), 1/3 da população mundial consome 20% a mais do que suas disponibilidades hídricas e demais estudos demonstram que a situação das reservas hídricas mundiais tende a piorar nos próximos trinta anos, pois o consumo industrial deverá dobrar até 2025 e o consumo agrícola de água, responsável pela utilização de 70% da água produzida, deverá crescer substancialmente. É importante frisar que a situação é bem pior nos países em desenvolvimento, com o aumento da poluição dos mananciais de água potável, em razão da concentração populacional intensa em determinadas regiões.

De acordo com Camargo (200-), em um relatório apresentado na 7ª Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, no Marrocos, em nosso planeta, pelo menos vinte países já sofrem com a escassez de água, entre eles, estão Egito, Kuwait, Arábia Saudita, Israel, Argélia e Bélgica. Em menos de cinquenta anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. Afirma, ainda, que antes mesmo de chegarmos à metade do século, muitos países não atingirão os cinquenta litros de água por dia, necessários para atender às necessidades humanas. Os países que correm maior risco são aqueles em desenvolvimento, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional, previsto para os próximos cinquenta anos, acontecerá nessas regiões.

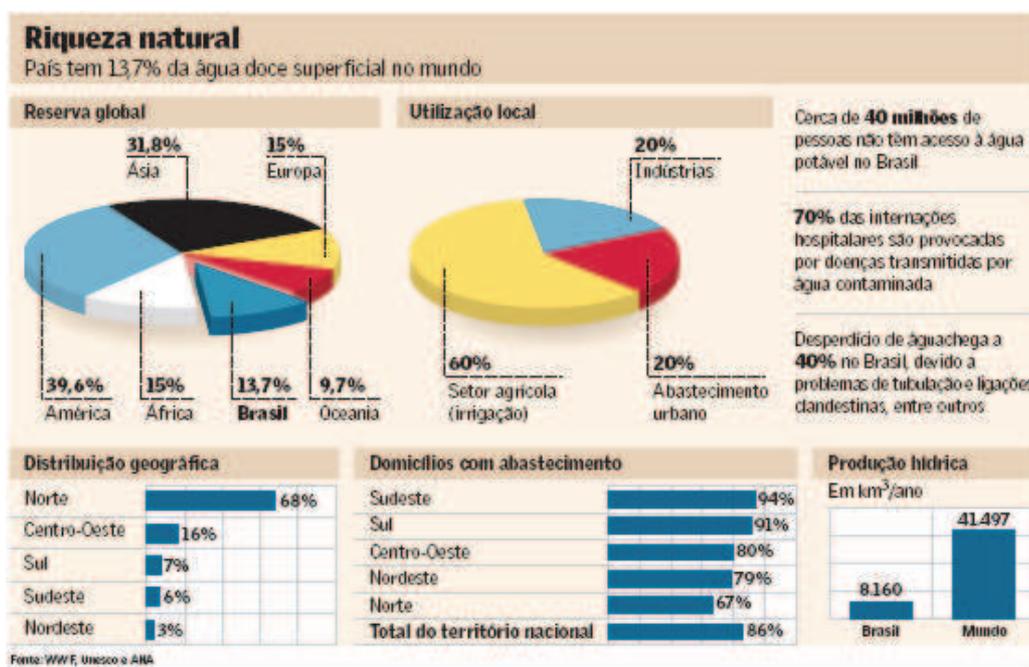
Atualmente, cerca de um bilhão e meio de pessoas no mundo sofrem com a falta de água, sendo cada vez mais importante a consciência de seu uso de forma racional. Segundo Brown (2001), em 2050, a população da Índia deverá crescer em mais 519 milhões de pessoas. A da China, em mais 211 milhões. O Paquistão deverá ter quase 200 milhões adicionais, crescendo dos 151 milhões atuais para 348 milhões. Egito, Irã e México estão destinados a aumentar sua população em mais da metade até 2050. Nesses e em outros países carentes de água o crescimento populacional está condenando milhões de pessoas à indigência hidrológica, uma forma de pobreza da qual é muito difícil escapar. Se os governos dos países carentes de água não adotarem medidas urgentes para estabilizar a população e elevar a

produtividade hídrica, a escassez de água em pouco tempo se transformará em falta de alimentos.

Pode-se caracterizar, portanto, um caos generalizado que afetará o mundo em grandes proporções, e não somente os países atingidos pela escassez. A água representa fonte de abastecimento e energia para o mundo, e é inadmissível que a sociedade deixe os recursos hídricos mundiais nessa situação.

2.1.2 A escassez de água no Brasil

Hoje, o Brasil detém 13,7% das reservas superficiais de água doce, conforme a Figura 2 provocando uma imagem de abundância e inesgotabilidade, prejudicando assim, a aplicação dos princípios referentes a sustentabilidade, termo muito discutido atualmente e que é o objetivo de diversas matérias primas e naturais não renováveis. A sustentabilidade hídrica provém do uso das diversas fontes de água para satisfazer as necessidades da sociedade, sem comprometer as necessidades da população futura. Mas infelizmente a sustentabilidade hídrica não está fazendo parte da cultura da maioria da população, a não ser no momento em que é reconhecida a escassez do local, obrigando que sejam instauradas políticas de controle do uso deste bem que por muitos anos foi caracterizado como inesgotável.



Fonte: WWF, UNESCO e ANA adaptado por Czapski (2004).

Figura 2: Reservas hídricas brasileiras.

No Brasil, ainda é um grande problema o desperdício de água, ocasionado por vazamentos e ligações clandestinas, alcançando um desperdício de cerca de 45% da água tratada no país, ou seja, cerca de 4,16 bilhões de m³ de água por ano, que segundo Vesper (2004), o professor Paulo Canedo relata que esta seria a quantidade de água necessária para abastecer os países da França, Bélgica, Suíça e parte da Itália. Em lugares como Fortaleza (CE), essa situação atinge 70% de perda por vazamentos no sistema de distribuição de água, um número absurdo se comparado aos 20% de perdas encontradas em países desenvolvidos. Por esse motivo, o Brasil é considerado um dos campeões no desperdício de água no mundo.

Camargo (200-) afirma que, embora o Brasil concentre grande parte da água doce do planeta, a escassez já atinge algumas regiões, entre elas a desenvolvida Região Sudeste do país, principalmente representada pela cidade de São Paulo, que mesmo sendo uma das maiores cidades do mundo enfrenta períodos de racionamento desde a década de 80, atingindo cerca de 3 milhões de pessoas na suspensão temporária do abastecimento no ano de 2000.

Como representado na Figura 2, as regiões com menor disponibilidade de recursos hídricos, são também as regiões mais populosas do país. Em contrapartida, a região menos populosa é também a região com maior disponibilidade de recursos hídricos. No Brasil, o sinal de alerta já chegou a alguns Estados, como Pernambuco, Alagoas, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte, Distrito Federal e, mais recentemente, a grande São Paulo. Mas convém lembrar que o país poderia enfrentar esta situação de forma mais otimista, se de alguma forma fosse possível controlar as perdas e desperdícios de água, bem como o aproveitamento de fontes de recursos hídricos abandonadas pela sociedade (ex. Rio Tietê em São Paulo), e procurando investimento de forma a conseguir remanejar a distribuição aos locais que enfrentam a escassez, quando este for viável economicamente.

Mas quando se fala em disponibilidade de recursos hídricos em nível nacional, deve-se citar que a gestão do abastecimento de água de uma cidade inserida no interior de uma bacia hidrográfica é influenciada pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 08/01/1997, que considera como fundamento básico que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Torna-se estratégico e importante que as companhias de saneamento preocupem-se com a eficiência operacional dos sistemas de abastecimento (BARROSO, 2005).

Portanto, analisando tais perspectivas, devem ser executados diferentes estudos, com o propósito de identificar os usos, perdas e desperdícios de água que ocorrem nas diversas atividades comerciais, incluindo todo o sistema de captação, tratamento e, principalmente, de distribuição de água.

2.2 Perdas em sistemas de abastecimento e distribuição de água

Os sistemas de abastecimento de água têm pôr finalidade o transporte e a distribuição de água desde sua captação até os pontos de consumo, com garantia da qualidade do produto, dos serviços e de sua continuidade. Quando Faria e Alegre (1996) afirmam que todos os abastecimentos se regem por uma lógica de gestão que pode ser estabelecida como: maior satisfação de um maior número de usuários e entidades envolvidas, com o melhor uso possível dos recursos disponíveis, Luvizotto (2002) sintetiza tal afirmação nos seguintes objetivos:

- Controle do grau de aproveitamento dos recursos disponíveis (água, energia, capital, infra-estruturas).
- Controle da qualidade de água consumida e do serviço prestado aos usuários (consumidores).
- Controle dos custos de operação e manutenção do sistema.

“Num inquérito recentemente realizado aos quase 150 membros dos Comitês da Divisão de Distribuição da Associação Internacional dos Serviços de Água (IWSA), era solicitado aos inquiridos que indicassem, por ordem de preferência, os temas a serem tratados prioritariamente pela Associação. Os resultados foram expressivos: a avaliação do desempenho dos sistemas e o controle de perdas de água foram, de longe, os temas mais freqüentemente apontados como prioritários, com vantagens para o primeiro” (ALEGRE E BAPTISTA apud ALMEIDA, 1999).

De acordo com a atual cultura que visa a sustentabilidade dos bens renováveis e não renováveis, juntamente com o desenvolvimento, são feitos estudos que procuram evitar os desperdícios nas diversas fontes de energia e abastecimento de matéria prima e natural. Dentro do sistema de abastecimento de água não é diferente, pois a água se trata de uma matéria-prima não inesgotável e fonte de abastecimento e de energia para toda população mundial. Mas para o completo entendimento sobre o controle e redução de perdas, é importante entender a conceituação referente.

O abastecimento de água é essencial para a vida. Seu fornecimento está relacionado com aspectos ambientais, econômicos e sociais - tendo em vista, a sua estreita ligação com a manutenção da saúde de seus consumidores, enquanto bem estar físico, mental e social. Com o aumento da demanda de água, se torna cada vez mais urgente a otimização destes sistemas, particularmente no projeto, operação e manutenção. Os altos custos refletem a importância de

se buscar meios de diminuir os desperdícios tão comuns de água e energia, pois é consenso no Setor de Saneamento que as elevadas perdas de água têm relação direta com o consumo de energia elétrica, e que as ações de combate às perdas de água configuram-se em efetivo potencial de redução de desperdício de energia elétrica, principalmente no âmbito dos sistemas de abastecimento de água (MOURA, 2004).

Como ocorre, geralmente, nos sistemas de distribuição e abastecimento público de água, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados, ou seja, é a diferença entre a quantidade total de água disponibilizada e a quantidade de água efetivamente consumida pelos usuários dos sistemas de abastecimento causada por diversos fatores, tais como perdas por vazamento em tubulações e conexões, submedição dos hidrômetros, consumo público não-registrado ou conexões não autorizadas, englobando tanto as **perdas físicas (reais)**, que representam a parcela não consumida, como as perdas **não físicas (aparentes)**, que correspondem à água consumida e não registrada.

A princípio, perda é toda água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando ao uso final pelos clientes da companhia de saneamento. Essa noção, no entanto, trata a perda como algo físico,... O conceito de perdas, todavia, vai mais adiante. Sob a perspectiva empresarial, se o produto for entregue e, por alguma ineficiência, não for faturado, tem-se um volume de produto onde foram incorporados todos os custos intrínsecos de produção industrial e transporte, mas que não está sendo contabilizado como receita da companhia, ou seja, é perda também, só que de conotação diferente em relação ao caso anterior, sendo mais ligada ao aspecto comercial do serviço prestado. Desta forma identificam-se dois tipos de perda, Perda Real (Física) e Perda Aparente (Não Física) (TARDELLI FILHO, 2004, p.458).

As perdas nos sistemas de abastecimento de água devem ser reduzidas a um nível compatível com as condições ambientais e econômicas específicas de cada região, devendo ser uma busca permanente a melhoria dos materiais e da mão-de-obra, a mobilização de todos os profissionais da empresa e a racionalização dos processos e instrumentos de gestão das companhias de saneamento. A identificação e separação das perdas físicas de água das não físicas são tecnicamente possíveis mediante pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos) de consumo das vazões macromedidas. A ausência de atenção e aplicação de medidas eficazes por parte das prestadoras de serviços de água, acarreta em desperdiçar um dos maiores bens da humanidade - a água (MOURA, 2004).

Identificando as perdas a que está sujeito o sistema de abastecimento e distribuição de água, pode-se repercutir em economia financeira os atos de controle e redução das mesmas,

não só para concessionária produtora, mas também para o consumidor. A redução da perda de água permite reduzir, muitas vezes significativamente, os custos de produção, contabilizando também a redução do consumo de energia, podendo assim, reestruturar a oferta de água para mais consumidores num mesmo sistema, caracterizando uma diminuição do valor do serviço para os mesmos.

2.2.1 Métodos de avaliação de perdas

Ambos os métodos citados baseiam-se na terminologia criada pela *The Blue Pages* da IWA que visa estabelecer uma terminologia normalizada de perdas de água, recomendando a utilização de indicadores de perdas normalizados.

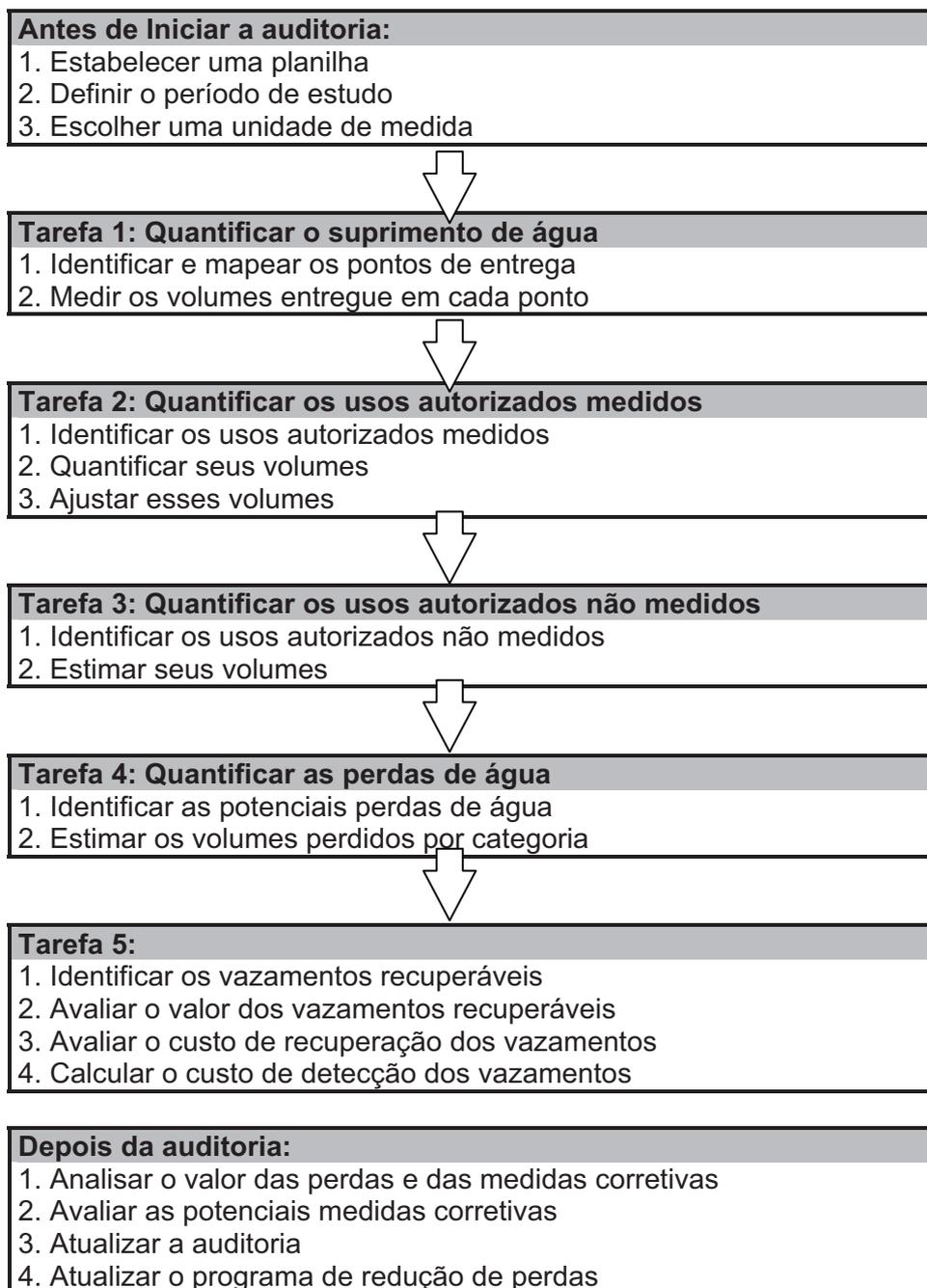
A auditoria utilizada pela SABESP, visa a execução de um balanço hídrico, com pequenas diferenças na execução, mas que fornece resultado semelhante ao metodologia recomendada pela IWA e referida pelo LNEC de Portugal (Balanço Hídrico).

2.2.1.1 Auditoria da água em sistemas de distribuição e abastecimento

“Auditoria da Água é uma contabilização exaustiva de toda água que entra e sai de um sistema de abastecimento, bem como um exame, em profundidade, dos dados, registrados e de campo, de um sistema de distribuição, com a intenção de se determinar a eficiência operacional do sistema e de se identificarem as origens das perdas de água e de receita.” Basicamente, a auditoria em sistemas de abastecimento de água se constitui num processo de subtração, que inclui a quantificação da água total que entra no sistema, das vendas de água, dos usos autorizados medidos e não-medidos e das perdas de água.

Utilizada adequadamente, a Auditoria da Água pode vir a ser uma excelente ferramenta de gerenciamento, auxiliando os gestores na redução de perdas de água e de receita, na redução de ineficiências, no planejamento de substituição de redes, adutoras e equipamentos, e na avaliação de taxas de operação e de perdas de água. O objetivo principal de uma auditoria em sistema de abastecimento de água é identificar as origens e quantificar as perdas de água e de receita e as fontes de ineficiência no sistema. A Auditoria da Água é usada, ainda, na determinação da eficiência operacional de sistemas de distribuição de água. Os seus resultados são utilizados como subsídio para a definição, priorização, implementação e monitoramento das ações de um programa de redução de perdas. A Figura 3 mostra um fluxograma típico de uma Auditoria da Água.

FLUXOGRAMA TÍPICO DE UMA AUDITORIA DA ÁGUA



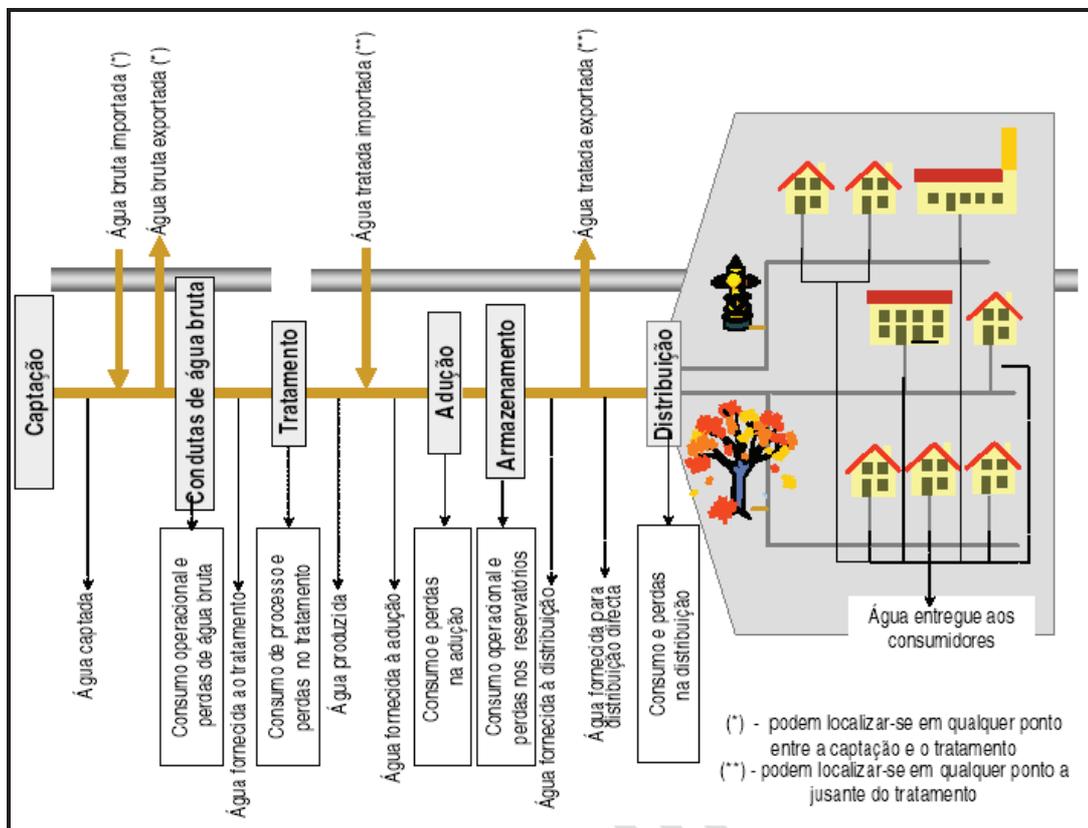
Fonte: Adaptado da SABESP (2001)

Figura 3: Fluxograma típico de uma auditoria de água

2.2.1.2 Balanço hídrico

Conforme uma necessidade deste trabalho, também será aplicado o balanço hídrico do sistema, para avaliar os componentes dos fluxos e usos da água no sistema e os seus valores absolutos ou relativos. O balanço hídrico de um sistema foi uniformizado pela IWA, que

propôs uma matriz onde são apresentadas as variáveis mais importantes para a composição dos fluxos e usos da água, conforme a Figura 4.



Fonte: Alegre (2004)

Figura 4: Esquema geral do sistema de abastecimento de água

Como definição e conceituação sobre balanço hídrico e suas características, a IWA indica a utilização das seguintes considerações propostas:

Água captada: volume anual de água obtida a partir de captações de água bruta para entrada em estações de tratamento de água (ou diretamente em sistemas de adução e de distribuição).

Água bruta, importada ou exportada: volume anual de água bruta transferida de ou para outros sistemas de adução e distribuição (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto entre a captação e a estação de tratamento).

Água fornecida ao tratamento: volume anual de água bruta que aflui às instalações de tratamento.

Água produzida: volume anual de água tratada que é fornecida às condutas de adução ou diretamente ao sistema de distribuição. O volume anual de água sem tratamento prévio que é distribuído aos consumidores também deve ser contabilizado como Água Produzida.

Água tratada, importada ou exportada: volume anual de água tratada transferido de ou para o sistema (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto a jusante do tratamento). Caso exista, o volume anual de água sem tratamento prévio que é captado e distribuído aos consumidores também deve ser contabilizado como “Água Tratada” no contexto do balanço hídrico.

Água fornecida à adução: volume anual de água tratada que aflui ao sistema de adução.

Água fornecida para distribuição: volume anual de água tratada que aflui ao sistema de distribuição.

Água fornecida para distribuição direta: volume de água correspondente à diferença entre a água fornecida para distribuição e a água tratada, importada ou exportada (sempre que não seja possível separar a adução da distribuição, a água fornecida para distribuição direta corresponde à diferença entre a Água fornecida à adução e a Água tratada, importada ou exportada).

Água que entra no sistema: volume anual de água introduzido na parte do sistema de abastecimento que é objeto do cálculo do Balanço Hídrico (por exemplo, a partir do volume entregue em um ponto – reservatório setorial ou derivação de adutora – antes da entrega às redes de distribuição); inclui “Água Importada”;

Consumo autorizado: volume anual de água, medido ou não medido, faturado ou não, fornecido a consumidores registrados, a outros que estejam implícita ou explicitamente autorizados a fazê-lo para usos domésticos, comerciais ou industriais e à própria entidade gestora. Inclui a “Água Exportada”.

O consumo autorizado pode incluir água para combate a incêndio, lavagem de condutas e coletores, lavagem de ruas, rega de espaços verdes municipais, alimentação de fontes, fornecimento de água para obras, etc.

O consumo autorizado inclui as fugas e o desperdício, por parte de clientes registrados, que não são medidos.

Consumo autorizado faturado: volume que gera receita potencial para a companhia de saneamento corresponde à somatória dos volumes constantes nas contas emitidas aos consumidores. Compõe-se dos Volumes Medidos nos hidrômetros e dos Volumes Estimados nos locais onde não há hidrômetros instalados;

Consumo autorizado não-faturado: volume que não gera receita para a companhia de saneamento, oriundo de usos legítimos da água no sistema de distribuição. É composto de Volumes Medidos (uso administrativo da própria companhia, fornecimento a caminhões-pipa com controle volumétrico) e Volumes Não-Medidos, a estimar, tais como a água utilizada em combate a incêndios, lavagem de ruas, rega de espaços públicos e a água empregada em algumas atividades operacionais na companhia de saneamento (lavagem de redes de água e de esgoto, e reservatórios).

Perdas de Água: volume referente à diferença entre a “Água que Entra no Sistema” e o “Consumo Autorizado”;

As perdas de água podem ser calculadas para todo o sistema ou para subsistemas, como sejam as redes de água não tratada, o sistema de adução, o sistema de distribuição ou zonas do sistema de distribuição. Em cada caso as componentes do cálculo devem ser consideradas em conformidade com a situação. As Perdas de água dividem-se em Perdas Reais e Perdas Aparentes.

Perdas Reais: correspondem aos volumes que escoam através de vazamentos nas tubulações, vazamentos nos reservatórios e extravasamentos nos reservatórios; Totalizam o volume de água correspondente às perdas físicas até ao contador do cliente, quando o sistema está pressurizado. O volume anual de perdas por meio de todos os tipos de fissuras, rupturas e extravasamentos depende da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga.

Apesar das perdas físicas localizadas a jusante do contador do cliente se encontrarem excluídas do cálculo das Perdas Reais, são muitas vezes significativas e relevantes para a entidade gestora (em particular quando não há medição).

Perdas Aparentes: Correspondem aos volumes consumidos, porém não-contabilizados, associados a Erros de Medição, Fraudes e Falha no Cadastro Comercial da companhia de saneamento; Esta parcela das perdas contabiliza todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não-autorizado (por furto ou uso ilícito).

Os registros por defeito dos medidores de água produzida, bem como registros por excesso em contadores de clientes, levam a uma sub-avaliação das Perdas Reais. As perdas físicas a jusante do contador do cliente podem contribuir significativamente para o aumento das perdas aparentes.

Águas Faturadas: representam a parcela de água comercializada traduzida no faturamento do fornecimento de água ao consumidor; Este volume corresponde à diferença entre os totais, do período de análise, da Água de Entrada no Sistema e do Consumo Autorizado Faturado.

Águas Não-Faturadas: representam a diferença entre os totais anuais da Água que Entra no Sistema e do Consumo Autorizado Faturado. Esses volumes incorporam as Perdas Reais e Aparentes, bem como o Consumo Autorizado Não-Faturado.

A partir dos conceitos adotados, a IWA indica, de forma clara, uma matriz do Balanço Hídrico, evitando a confusão entre os termos citados, conforme a Figura 4, possibilitando a interpretação dos dados, buscando assim obter o indicador de perdas correspondente.

De acordo com Alegre (2005, pág. 52) os passos para efetuar o Balanço Hídrico são os seguintes, seguindo o Quadro 1:

Passo 0: Definir os limites exatos do sistema (ou sector de rede) a auditar; definir as datas de referência (definindo um período de um ano).

Passo 1: Determinar o volume de água entrada no sistema e introduzi-lo na Coluna A.

Passo 2: Determinar o consumo faturado medido e o consumo faturado não medido e incluir na Coluna D; introduzir o total destes como consumo autorizado faturado (Coluna C) e como água faturada (Coluna E).

Passo 3: Calcular o volume de água não faturada (Coluna E) subtraindo a água faturada (Coluna E) à água entrada no sistema (Coluna A).

Passo 4: Definir o consumo não faturado medido e o consumo não faturado não medido na Coluna D; registra o total em consumo autorizado não faturado na Coluna C.

Passo 5: Somar os volumes correspondentes ao consumo autorizado faturado e ao consumo autorizado não faturado da Coluna C; introduzir o resultado como consumo autorizado (Coluna B).

Passo 6: Calcular as perdas de água (Coluna B) como a diferença entre a água entrada no sistema (Coluna A) e o consumo autorizado (Coluna B).

Passo 7: Avaliar, usando os melhores métodos disponíveis, as parcelas do uso não autorizado e dos erros de medição (Coluna D), somá-las e registra o resultado em perdas aparentes (Coluna C).

Passo 8: Calcular as perdas reais (Coluna C) subtraindo as perdas aparentes (Coluna C) às perdas de água (Coluna C).

Passo 9: Avaliar as parcelas das perdas reais (Coluna D) usando os melhores métodos disponíveis (análise de vazão noturna, dados de medição local, cálculos de frequência/caudal/duração das ruptura, modelação de perdas baseada em dados locais sobre o nível-base de perdas, etc.), somá-las e comparar com o resultado das perdas reais (Coluna C).

Melhor Prática de Balanço Hídrico Padrão segundo a IWA				
A	B	C	D	E
Água que Entra no Sistema (m ³ /ano)	Consumo Autorizado (m ³ /ano)	Consumo Autorizado Faturado (m ³ /ano)	Consumo Faturado Medido (incluindo água exportada) (m ³ /ano)	Água Faturada (m ³ /ano)
			Consumo Faturado Não Medido (m ³ /ano)	
		Consumo Autorizado Não Faturado (m ³ /ano)	Consumo Não Faturado Medido (m ³ /ano)	Água Não Faturada (perdas comerciais) (m ³ /ano)
			Consumo Não Faturado Medido (m ³ /ano)	
	Perdas de Água (m ³ /ano)	Perdas Aparentes (m ³ /ano)	Uso Não Autorizado (m ³ /ano)	
			Erros de Medição (m ³ /ano)	
		Perdas Reais (m ³ /ano)	Vazamentos na Rede de Distribuição (m ³ /ano)	
			Vazamentos e/ou Extravasamentos nos Reservatórios. (m ³ /ano)	
			Vazamentos em Ramais (a montante do ponto de medição) (m ³ /ano)	

Fonte: Adaptado de Lambert (2003)

Quadro 1: Esquema do balanço hídrico padrão

Nota-se, portanto, que o Balanço Hídrico e a Auditoria de Água são muito semelhantes, sendo possível a aplicação conjunta de ambos, possibilitando ser empregados em diversos tipos de concessionárias de água, de acordo com a sua necessidade ou de acordo com a possibilidade de fornecer informações.

É importante lembrar que todos os cálculos de balanço hídrico anual são aproximados, dada a dificuldade em avaliar todas as componentes com a exatidão desejável e sobre a mesma base temporal. A confiabilidade do cálculo tende a ser maior quando os volumes de entrada são adquiridos a outras entidades e quando toda a água distribuída é medida por medidores de clientes bem dimensionados e adequadamente mantidos e calibrados.

É, assim, importante avaliar, de forma crítica, a exatidão e a confiabilidade de cada componente do balanço hídrico.

De acordo com a terminologia metrológica, a exatidão é a aproximação entre o resultado da medição e o valor (convencionalmente) verdadeiro da grandeza medida. Neste caso, a exatidão contabiliza o erro relativo ao conjunto de processos de aquisição e processamento do dado, incluindo o erro decorrente de eventual extrapolação entre medidas pontuais e o valor global fornecido. Dado que em geral não é viável conhecer com rigor o erro associado a cada dado, mas se conhece com mais facilidade a sua ordem de grandeza, a exatidão dos dados avaliada de acordo com a seguinte classificação em bandas, recomendada pela IWA (Alegre *et al.*, 2004) e pelo IRAR (Baptista *et al.*, 2004), é classificada como demonstrado no Quadro 2:

Banda de exatidão dos dados	Erro associado ao dado fornecido
0 – 5%	Melhor ou igual a $\pm 5\%$
5 – 20%	Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 20\%$
20 – 50%	Pior do que $\pm 20\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 50\%$
50 – 100%	Pior do que $\pm 50\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 100\%$
100 – 300%	Pior do que $\pm 100\%$, mas melhor que ou igual a $\pm 300\%$
> 300%	Pior do que $\pm 300\%$

Fonte: Adaptado de Alegre (2005)

Quadro 2: Classificação das bandas de exatidão

A avaliação da qualidade dos dados deve ser complementada com a indicação da confiabilidade da fonte de informação, que reflete a confiança na fonte dos dados, no seu

todo. Portanto, para isso, o pesquisador responsável deverá classificar o dado pesquisado conforme o Quadro 3, caracterizando assim a confiabilidade dos dados utilizados na pesquisa. Recomenda-se a adoção da seguinte classificação:

Classificação da Confiabilidade da Fonte de Informação	Conceito Associado
◆◆◆	Dados baseados em medições exaustivas, registro correto de informações, procedimentos, investigações ou análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.
◆◆	Genericamente como a classificação anterior, mas com algumas falhas não significativas nos dados, tais como parte da documentação estar em falta, os cálculos serem antigos, ou ter-se confiado em registros não confirmados, ou ainda terem-se incluídos alguns dados por extrapolação.
◆	Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.

Fonte: Adaptado de Alegre (2005)

Quadro 3: Classificação da confiabilidade da fonte de informação

2.2.2 Perdas Reais

Perdas reais é a atual nomenclatura definida pela *International Water Association* (IWA) para as perdas físicas, que correspondem a toda água produzida e transportada pelas companhias responsáveis pela distribuição que não é consumida pelo cliente final. Tais perdas podem ocorrer através de vazamentos (principalmente nas tubulações das linhas de adução e da rede de distribuição e seus acessórios, como juntas, registros e ventosas) ou também através de extravasamentos (ocorridos no período de carregamento dos reservatórios devido

às falhas operacionais dos equipamentos de controle instalados ou devido a inexistência de dispositivos de alerta e controle).

Referente as perdas reais, é exposto no Quadro 4, os tipos de perdas reais, bem como seu nível de significância quanto a quantidade de desperdício. Verificam-se então, os cinco locais de ocorrência das perdas físicas de água, partindo da adução até a distribuição para o consumidor final. Cada subsistema possui as suas próprias características, e conseqüentemente as perdas reais relativas. É possível verificar no quadro, que o principal motivo da ocorrência das perdas reais refere-se a existência de vazamentos, indiferente ao subsistema em que está envolvido.

O motivo da grande significância dada ao subsistema que envolve a distribuição, é o fato da perda de água que passou por sistema de tratamento, muitas vezes complexo, envolvendo custos financeiros para seu funcionamento e manutenção, ou seja, temos no subsistema de distribuição as perdas reais da água de maior valor, por ser tratada, e conseqüentemente, maior custo. Neste ponto, então, esta perda real é objeto de análise e controle, sendo assim, caracterizada como a perda de maior magnitude e as de mais complexa identificação e solução.

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS FÍSICAS	Adução de Água Bruta	Vazamento nas tubulações Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional.
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional.
	Adução de Água Tratada	Vazamento nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões.

Fonte: Adaptado Conejo, Lopes e Marcka – PNCDA (1999).

Quadro 4: Perdas Físicas por Subsistema - Origem e Magnitude.

No momento em que nos referimos às perdas reais de água, não podemos esquecer que esta não está apenas presente no sistema de captação, tratamento e distribuição, de responsabilidade da concessionária local. As perdas reais, muitas vezes estão presentes no local de consumo propriamente dito, de responsabilidade do consumidor, através de, principalmente, vazamentos nos ramais prediais. Moura (2004) explica que, as perdas na rede distribuidora registram-se em maior quantidade nos ramais prediais devido a grande ocorrência de vazamentos, e as maiores perdas reais em volume, ocorrem por extravasamento de reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição.

A redução das perdas físicas e econômicas relacionadas à distribuição de água tem sido uma preocupação constante das Empresas de Saneamento. Esta preocupação não está somente relacionada ao aspecto perda de um bem de valor econômico, mas possíveis alterações do comportamento hidráulico da rede para situações que não são previstas em projetos, incluindo-se o impacto de transientes hidráulicos, alterações de qualidade da água e aumento de custos de operação. Para se conseguir um eficaz combate às perdas físicas necessita-se: velocidade no reparo dos vazamentos; controle ativo das perdas; controle da pressão na rede; e, mais importante, planejamento e **Gestão do Sistema de Distribuição** (ROSSIGNEUX, 2005).

2.2.2.1 Perdas reais por vazamento

Segundo Soares (2004), no Brasil, são comuns sistemas de distribuição de água para abastecimento com elevados índices de perdas, nos quais parcela significativa é devida às perdas por vazamento. Dessa maneira, o controle efetivo das perdas por vazamento e do comportamento do sistema sob as mais diversas condições operacionais é de fundamental importância, não só do ponto de vista financeiro, no que diz respeito ao desperdício da água bombeada e quimicamente tratada, mas principalmente da preservação deste recurso natural.

Uma das questões técnicas mais relevantes na operação de sistemas de distribuição de água está intrinsecamente relacionada ao controle e redução das perdas/vazamento de água. Em uma abordagem mais direta, estas perdas implicam, além da perda do recurso que está sendo distribuído após seu tratamento, em desperdícios de recursos adicionais, em especial, com custos de bombeamento adicional necessários para atender aos requisitos de demanda. Adicionalmente, possíveis alterações de qualidade da água, com as alterações das características hidráulicas da rede, podem ser significativas (ROSSIGNEUX, 2005).

As perdas por vazamentos são, junto com as perdas por extravasamento, as principais responsáveis pelo volume de água resultante pelas perdas reais, mas estas representam a maior quantidade de perdas que ocorrem no sistema de distribuição e abastecimento de água.

Conforme Moura (2004) as perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo com que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica. A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas. Sendo assim, relatam-se as seguintes causas prováveis das perdas provenientes dos vazamentos em tubulações e ramais, como mostra o Quadro 5:

FASE DA FALHA	CAUSA DA FALHA	CAUSA DA RUPTURA
Planejamento e Projeto	<ul style="list-style-type: none"> - Subdimensionamento - Ausência de ventosas - Cálculos transientes - Regras de operação - Setorização - Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobrepressão - Subpressão - Sub e sobrepressão - Sub e sobrepressão - Sobrepressão - Sub e sobrepressão
Construção	<ul style="list-style-type: none"> - Construtivas - Materiais - Peças - Equipamentos - Treinamento 	
Operação	<ul style="list-style-type: none"> - Enchimento - Esvaziamento - Manobras - Ausência de regras - Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Sub e sobrepressão - Subpressão - Sub e sobrepressão - Sub e sobrepressão - Sub e sobrepressão
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Sem prevenção - Mal feita - Treinamento - Interação operador/usuário - Tempo de resposta 	
Expansão	<ul style="list-style-type: none"> - Sem projeto - Sem visão conjunta 	<ul style="list-style-type: none"> - Sub e sobrepressão - Sub e sobrepressão

Fonte: Adaptado de MOURA (2004).

Quadro 5: Causas prováveis de falhas e rupturas nas tubulações em função da fase de desenvolvimento do sistema de abastecimento.

Portanto, de forma resumida temos que as principais causas dos vazamentos são:

- A idade da tubulação e acessórios;
- Falhas construtivas;
- Defeitos em peças especiais e conexões;
- Rupturas;
- Utilização de materiais inadequados;
- Natureza e qualidade dos materiais empregados e a adequada utilização técnica dos mesmos;
- Pressão hidráulica a que o sistema de distribuição está sujeito;
- As intervenções nos subsolo na vizinhança da rede.

2.2.2.2 Perdas reais por extravasamento

As perdas por extravasamento em reservatórios ocorrem mais freqüentemente devido ao mau-funcionamento ou à falta da válvula de controle de nível dos reservatórios. Os volumes das perdas são determinados a partir dos períodos e das descargas de extravasamento. Se as descargas não são diretamente medidas, como por meio de régua sob o ponto ou pontos de extravasamento, estas devem ser estimadas a partir da subtração entre as vazões de alimentação do reservatório e a de saída para a rede de distribuição, associadas ao período de duração do extravasamento, estando, nesse caso, sujeitas às imprecisões dos medidores de vazão (SABESP, 2001).

Conforme Coelho (1996), são nos Reservatórios de Água onde podem ocorrer perdas elevadas, por transbordamento, principalmente por conta dos meios de comunicação ineficientes ou inadequados, causando falha na comunicação entre a unidade que envia e a que recebe a água. Assim, ocorre o extravasamento devido à operação deficiente, decorrente de falha operacional, ou mais exatamente, do Sistema de Controle Operacional.

Em virtude de que as perdas por extravasamento sejam geralmente consideradas como porcentagens muito pequenas do volume total produzido, os estudos de perfis de perdas em empresas de saneamento geralmente não propõem ou mesmo abordam os métodos de cálculo dos tempos de transbordamento, caso estes existam. Em vista dessas dificuldades, uma forma viável para a abordagem do problema seria a determinação do tempo de extravasamento e das vazões perdidas por extravasamento numa base mensal, quando este tipo de perda for constatada em um dado reservatório.

Segundo Vaz Filho (apud BRAZOLOTO e TEIXEIRA, 200-), é comum, ou por falha operacional ou por falta de definição do Nível de Água Máximo, ocorrer extravasamento de água em reservatórios, caracterizando desperdício de energia elétrica para manter um ou mais conjuntos moto-bomba funcionando sem necessidade. Para tanto, todo reservatório deve ter definidos os seus Níveis de Água máximo e mínimo, para que a operação defina, nesse intervalo de níveis, o número de bombas que devam estar em funcionamento. Alguns fatores que acarretam elevação das despesas operacionais, com energia elétrica, no transporte de água são:

- a) Níveis de água nos reservatórios;
- b) Inadequação dos conjuntos elevatórios;
- c) Opção incorreta do grupo de faturamento de energia elétrica, ou seja, grupo A ou grupo B, alta ou baixa tensão, respectivamente.

No caso de extravasamento, a implantação de alarmes ou controle automático de níveis e vazões pode corrigir esse problema operacional. Já as rachaduras são falhas estruturais, e a correção do problema deve ser avaliada economicamente para verificar o retorno do investimento, pois esses problemas estruturais devem ser avaliados por especialistas que atestem a estabilidade da obra (COELHO, 1996).

A magnitude das perdas em reservatórios é variável, em função do estado das instalações e da eficiência operacional, mas deve-se lembrar que, quando ocorrida as perdas por extravasamento, esta irá ter uma grande representatividade em volume, entre as perdas de água avaliadas.

2.2.2.3 Perdas por mau funcionamento em equipamentos de controle do sistema de distribuição

As válvulas, dispositivos controladores no sistema de distribuição, são utilizadas para as funções de controle e isolamento. As válvulas de isolamento são geralmente operadas manualmente, enquanto que as de controle operam automaticamente.

A tendência de todas as válvulas com o tempo é estarem sujeitas a falhas. Como parte da Auditoria da Água, é importante inspecionar cada instalação dotada de sistema automático de controle e determinar se a válvula está ou não funcionando, ou mesmo instalada adequadamente para aquela particular função.

A seguir apresenta-se uma descrição dos tipos de válvulas mais comuns e dos problemas decorrentes do mau-funcionamento.

a) Válvulas de Controle de Nível - Em casos de quebra ou instalação inadequada, estas válvulas podem causar extravasamento em reservatórios. A válvula é normalmente ajustada para evitar o extravasamento.

b) Válvulas de Alívio de Pressões – Se a válvula de alívio estiver ajustada para a faixa mais baixa de pressões do sistema, cada vez que a pressão alcançar a faixa alta, a válvula causará um vazamento. Podem ocorrer ainda vazamentos desnecessários devido ao não ajuste da válvula de alívio, após reajustes em válvulas de controle de pressão.

c) Válvulas de Redução, de Sustentação e de Manutenção de Pressões - Se alguma dessas válvulas estiver instalada inadequadamente, ou ajustada de forma imprópria, pode provocar vazamentos em válvulas de controle de nível, em válvulas de alívio e em válvulas antigolpe de aríete.

d) Válvulas Anti-Golpe de Aríete – Se estas válvulas forem ajustadas para pressões muito baixas, podem ocorrer descargas ou escapes de água desnecessários para a atmosfera, tanques ou drenos.

e) Válvulas de Descargas de Bombas – Quando ocorre a falha da válvula da descarga de bombas, esta age como uma válvula de retenção parcialmente aberta, permitindo a descarga de água do sistema de distribuição para o poço.

2.2.3 Perdas aparentes

Perdas Aparentes, assim como a denominação de Perdas Reais, é a nomenclatura utilizada pela IWA, quando se refere às perdas não físicas ou comerciais, estas correspondentes a quantidade de água produzida pela concessionária e consumida pelo cliente, mas que não é contabilizada. As perdas aparentes são decorrentes de erros dos medidores de vazão (tanto de macromedidores e micromedidores), da fixação de um faturamento mensal para utilização da água (corresponde à perda aparente no momento em que geralmente o usuário paga mais do que a quantidade que utiliza, ocorrendo uma discordância entre faturamento e consumo) bem como uma das perdas mais preocupantes, referentes às fraudes realizadas pelos consumidores (São muitos os métodos para forjar o uso da água, pode-se citar a execução do *by pass* no hidrômetro e ligações clandestinas, como exemplos). Ou seja, as perdas aparentes são conhecidas como perdas de faturamento,

representada pela diferença entre o volume disponibilizado e o volume faturado pelas concessionárias de distribuição de água.

Rossigneux (2005) afirma que as perdas econômicas são constituídas de fornecimentos não faturados e pelas perdas devidas a erros de medição e leitura. Para uma eficaz redução das perdas econômicas é necessário: controle da água medida e não faturada; diminuição de erros de leitura e medição; diminuição de consumos clandestinos e, acompanhamento das características hidráulicas da rede de distribuição de água.

Conforme LAMBERT (1998), em todos os programas de redução de perdas de água praticados pelos serviços de saneamento, as perdas não físicas ou comerciais ocupam uma posição de destaque e, dentre estas, salienta-se a água não contabilizada devido à sensibilidade dos medidores, entendida como a sua maior ou menor capacidade de registrar corretamente volumes de água que os atravessam a baixas vazões.

Portanto, podem ser consideradas como perdas não físicas aquelas ocasionadas por:

- a) Erros de medição de hidrômetros;
- b) Medição dos hidrômetros deficiente e perdas incompressíveis;
- c) Fraudes de diversos tipos;
- d) Ligações clandestinas;
- e) Gerenciamento ineficiente de consumidores (falhas no sistema de cadastramento);
- f) Habitações subnormais;
- g) Deficiências do sistema de macromedição, que sempre induz a índices errôneos, acarretando adulteração de resultados e provocando tomada de decisões incorretas.

Quanto às perdas aparentes, o Quadro 6 discrimina a origem das diversas formas de perda de faturamento e dá uma idéia de sua magnitude, de acordo com o Programa de Combate ao Desperdício de Água.

	ORIGEM DAS PERDAS	MAGNITUDE
PERDAS DE FATURAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - Ligações Clandestinas / Irregulares - Ligações não Hidrometradas - Hidrômetros Parados - Hidrômetros que Submedem - Ligações Inativas Reabertas - Erro de Leitura - Número de Economias Errado 	Podem ser significativas, dependendo de: procedimentos cadastrais, de faturamento, de manutenção preventiva e adequação de hidrômetros e de monitoramento do sistema. Sendo assim, é reconhecida a necessidade da implantação de um Sistema de Gestão de Perdas, buscando minimizar os índices de perdas existentes.

Fonte: Adaptado de Conejo, Lopes e Marcka – PNCDA (1999)

Quadro 6: Perdas Aparentes

Cabe lembrar que, de acordo com Moura (2004), a redução das perdas aparentes permite aumentar a receita tarifária, aumentando contudo a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços. As perdas não-físicas são correspondentes ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada.

2.2.3.1 Perdas aparentes por erro de macromedição

As perdas aparentes provenientes dos erros de macromedição influenciam, basicamente no balanço hídrico do sistema de distribuição e abastecimento de água, com informações não reais sobre o volume de água que entra no sistema, disponibilizado ao consumidor.

O volume de água que entra num sistema de distribuição deve ser quantificado com precisão, pois toda auditoria de água parte dos volumes macromedidos para se determinarem as quantidades de perdas reais e aparentes. Quando se parte de volumes macromedidos incorretos, muito provavelmente se chegarão a resultados distorcidos, invalidando toda a auditoria no sistema, uma vez que o peso dos volumes macromedidos, em relação aos demais componentes, é muito grande.

Os principais motivos das perdas aparentes por erro de macromedição provêm da falta de infra-estrutura e manutenção da concessionária responsável, sendo caracterizados:

- Pela inexistência dos macromedidores em pontos de medição obrigatória do volume de água, obrigando assim, a uma estimativa do volume para que seja dada seqüência à análise;
- Erros de medição do volume de água proveniente da falta de calibração e testes de funcionamento, ocasionando uma leitura errônea dos dados a serem analisados.

É indicado, para este caso que a concessionária efetue a manutenção periódica de seus macromedidores, executando quando necessário a correção e ajustes dos valores coletados de forma a formatar uma análise correta dos dados referentes à água que entra no sistema, e conseqüentemente, servir como dado base para um correto balanço hídrico da concessionária.

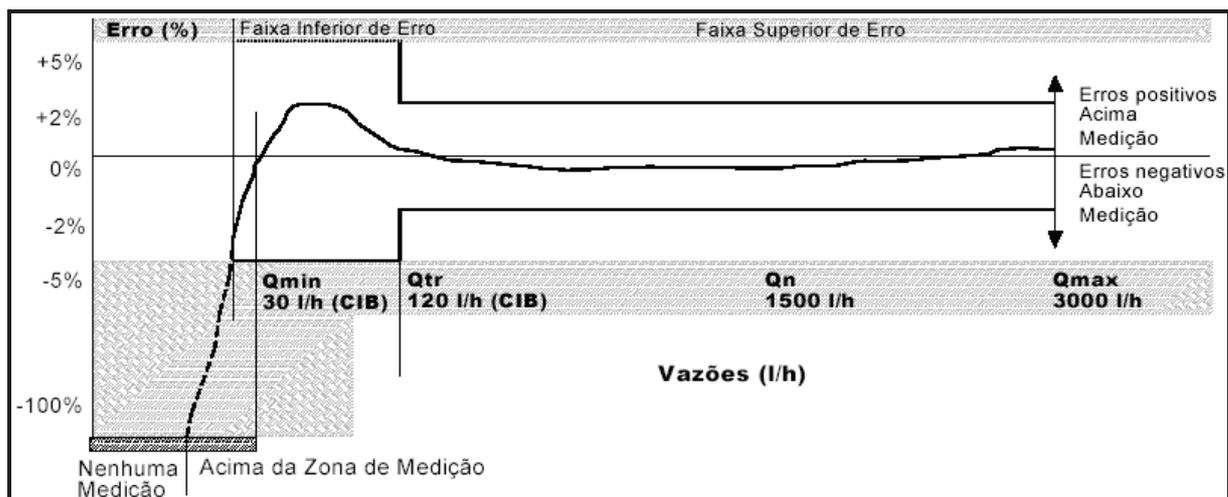
2.2.3.2 Perdas aparentes por erro de micromedição (hidrômetros)

O sistema de micromedição é parte de extrema importância em qualquer Programa de Controle de Perdas. É através da micromedição que a Concessionária contabiliza os volumes de água entregues aos consumidores e calcula suas faturas. Além disso, a micromedição é responsável por uma parcela das perdas aparentes; a confiabilidade dos dados da micromedição influi diretamente na confiabilidade do Índice de Perdas.

Os hidrômetros são largamente empregados na micromedição (medição do volume consumido pelos clientes das companhias de saneamento, cujo valor será objeto da emissão da conta a ser paga pelo usuário), e aqui reside uma das maiores fontes de evasão de volumes não-faturados em uma companhia de saneamento. Normalmente utilizados nas residências, no comércio, e em pequenas unidades industriais, os hidrômetros podem ser do tipo velocimétrico, com vazões nominais de 1,5m³/h ou 3m³/h (MOURA, 2004).

As perdas da micromedição referem-se à soma dos volumes totais de água distribuídos aos consumidores e que não são, por diversos fatores, registrados de forma correta pelos hidrômetros.

Cada tipo de hidrômetro ou medidor possui uma curva característica de sensibilidade, que fornece os erros percentuais nos volumes medidos em função da vazão que passa pelo medidor. A Figura 5 mostra o formato típico de uma curva de erro de um medidor.



Fonte: Sanchez e Motta – IPT (*apud* SABESP, 2001).

Figura 5: Curva de erro característica dos medidores

Conforme pode ser observado, os valores de erros percentuais podem ser muito altos e negativos em baixas vazões, na faixa de vazões entre o valor denominado de início de funcionamento e o valor da vazão mínima, definido para cada classe de medidor. Nessa faixa, os volumes registrados pelo hidrômetro são menores que os reais, implicando em submedição dos volumes, em detrimento da empresa fornecedora.

Outra dificuldade a ser analisada é o fato de que a curva de erros de um medidor se modifica ao longo do tempo, em função da perda de sensibilidade geral do aparelho devido aos desgastes internos.

Dentro de uma visão global, as perdas de água devido a erros de micromedição podem ser vistas sob três enfoques básicos:

- a) Sensibilidade do hidrômetro (neste enfoque, a variável de análise é a sensibilidade ou precisão do hidrômetro, que varia de acordo com as vazões de trabalho, conforme a curva característica de erro dos medidores).
 - Classe metrológica do medidor;
 - Tempo de instalação ou de utilização;
 - Desgastes internos;
 - Inclinação dos hidrômetros;
 - Características de fabricação;
 - Escolha, dimensionamento e instalação dos medidores.

b) Perfil de Consumo dos Clientes (neste caso, a variável de análise é a magnitude das vazões que passam pelo medidor, que dependem das características de consumo dos usuários):

- Curva de consumo do usuário;
- Efeito da reserva domiciliar;

c) Condições do Sistema de Distribuição (neste enfoque, as variáveis de análise são as condições dos sistemas de abastecimento e de distribuição, influem na qualidade da água final que chega ao cliente, incorrendo em danos nos mecanismos internos dos medidores):

- Qualidade da água fornecida;
- Presença de Ar na Rede;
- Faixas de pressões na rede.

Num Balanço Hídrico, além de quantificar as perdas de micromedição, nos setores de abastecimento, é recomendável caracterizar a situação do sistema, avaliar os procedimentos vigentes e propor correções quanto aos aspectos levantados, quando necessário.

Devem ser abordados e avaliados os seguintes procedimentos:

- critérios para substituição de medidores;
- programas de substituição de medidores em andamento na Unidade de Negócio, para adequação de capacidade;
- manutenção preventiva e corretiva;
- processo de leitura de hidrômetro;
- consistência de leitura e gestão do processo de micromedição;
- principais problemas que dificultam a gestão, e como minimizá-los.

2.2.3.3 Perdas aparentes para suprimento social.

Atualmente, no conceito de perdas nos sistemas de distribuição os volumes dos usos sociais (os volumes entregues em áreas invadidas e em favelas), não são considerados como perdas, como eram considerados quando a análise era apenas percentual, sobre a quantidade de água faturada em relação a água produzida.

Como não são volumes totalmente medidos, é fundamental que sejam feitas estimativas criteriosas desses valores, que influirão diretamente na determinação dos indicadores de perdas. Apesar de não serem considerados como perdas, no cálculo dos índices de perdas, os volumes de água utilizados em usos sociais, principalmente em grandes cidades, têm crescido em demasia, sendo, de qualquer forma, um aumento crescente nos custos e nas perdas de faturamento da Companhia. Desse modo, deve-se buscar a implantação de ações que possibilitem a redução desses volumes, principalmente com o adequado controle dos volumes entregue nessas áreas (SABESP, 2001).

2.2.4 Indicadores de Gestão

Para introduzir o conceito de índice de perdas, um dos objetos desta pesquisa, é importante salientar que, assim como o índice de produção, de distribuição, atendimento, etc., todos são considerados Indicadores de Gestão, propondo exprimir o nível de uma atividade em uma determinada área, durante um determinado período de tempo, permitindo, de forma simplificada, comparações e análises para a tomada de decisão. Por este fato, é possível entender o motivo pelo qual é cada vez maior o número de especialistas, autoridades e empresas gestoras de abastecimento de água, que manifestam o interesse em definir Indicadores de Gestão que possam ser utilizados para medir a eficiência e a eficácia da empresa e o estado de saúde da mesma.

De acordo com o trabalho apresentado por Luvizotto (2002), no levantamento realizado através da literatura, em um primeiro momento foram identificados 428 indicadores de gestão, após análise crítica onde foram descartados os que não faziam parte da realidade nacional e os que se encontravam em duplicidade, resultando em uma lista com 254 indicadores de gestão, sendo estes indicadores baseados nos trabalhos do SNIS (Serviço Nacional de Informação sobre Saneamento), IWSA (*International Water Service Association*), IMTA (Instituto Mexicano de Tecnologia da Água) e GMF (Grupo de Mecânica de Flúidos da Universidade Politécnica de Valência-Espanha). No Quadro 7 encontram-se apresentados os proponentes e o número de indicador baseado em seus respectivos trabalhos, e no Quadro 8 os 254 indicadores.

	IWSA	IMTA	GMF	SNIS
Nº INDICADORES	79	27	108	67

Fonte: Adaptado de Luvizotto (2002)

Quadro 7 - Prospecção de indicadores por meio da literatura

INDICADORES	UNIDADE	INDICADORES	UNIDADE
Água Captada	(m ³ per capita/ano)	Cobertura no abastecimento	percentual
Água Exportada	(m ³ per capita/dia)	Cobertura no abastecimento de edifícios	percentual
Água Fornecida	(m ³ per capita/dia)	Composição de exigibilidade	percentual
Água Importada	(m ³ per capita/ano)	Conduto principal reparado ou substituído	Percentual/ano
Água não tratada	percentual	Consertos e controle de vazamentos ativos	Percentual/ano
Água Produzida	(m ³ per capita/ano)	Consumo Autorizado	(m ³ per capita/dia)
Água subterrânea	percentual	Consumo comercial percentual	Percentual
Água superficial	percentual	Consumo de Água Faturado por Economia	(m ³ /mês)/economia
Água Total Medida	percentual	Consumo doméstico	percentual
Amostras analisadas	nº/106m ³ /ano	Consumo de energia reativa	percentual
Análises físicas	nº/106m ³ /ano	Consumo industrial	percentual
Análises químicas	nº/106m ³ /ano	Consumo micromedido por economia	(m ³ /mês)/economia
Ausência	dias/empregados/ano	Consumo médio de água por economia	(m ³ /mês)/economia
Ausência devido acidentes de trabalho ou doenças	dias/empregados/ano	Consumo médio per capta de água	(l/hab)/dia
Ausência devido a outras razões	dias/empregados/ano	Consumo público	percentual
Avaliação de proporção de recursos	percentual	Consumo Total Per Capita	l/per capita/dia
Capacidade de tratamento	m ³ / per capita/dia	Outros consumos	percentual
Capacidade da adução e distribuição	m ³ /dia	Controle de vazamentos	percentual/ano
Capacidade da obra de captação	m ³ /per capita/dia	Continuidade no abastecimento	horas/dia
Capacidade de armazenamento do reservatório	dias	Continuidade no abastecimento	percentual
Capacidade de entrada da água	m ³ /per capita/dia	Continuidade das reclamações	percentual
Capacidade de transporte das redes	m ³ /km/ano	Contribuição de fontes internas para investimento	percentual
Capacidade do abastecimento	m ³ /dia	Custos de capital unitário	R\$/m ³
Capacidade dos reservatórios	dias	Custo total unitário	R\$/m ³
Capacidade do reservatório de acumulação	dias	Custo corrente total	R\$/m ³
Captações protegidas	percentual	Danos em tubulações	falhas/km
Clientes com hidrômetros	nº/clientes	Densidade de Economias de Água por Ligação	economias/ligação
Clientes residenciais com hidrômetros	nº/clientes		
Clientes residenciais com eficiência na leitura	percentual		

Fonte: Adaptado de Luvizotto (2002)

Quadro 8 – Indicadores de gestão

INDICADORES	UNIDADE
Densidade de cliente por hidrômetros	nº/serviço
Densidade de hidrômetros por região	nº/1000
Densidade de reservatórios domiciliares	percentual
Densidade de torneiras públicas	percentual
Densidade de válvulas	nº/km
Desinfecção	percentual
Despesa de Exploração por m3 Faturado	R\$/m3
Despesa de Exploração por Economia	(R\$/ano)/economia
Despesa Média Anual por Empregado	R\$/empregado
Despesa Total com os Serviços por m3 Faturado	R\$/m3
Dias com restrições no abastecimento de água	percentual
Dias de Faturamento Comprometidos com Contas a Receber	dias
Disponibilidade de veículos	veículos/km
Duração Média das Paralisações	horas/paralisação
Duração Média dos Reparos de Extravasamentos	horas/extravasamento
Economias Atingidas por Intermitências	economias/sistemas
Economias Atingidas por paralisasões	economias/paralisação
Eficiência das novas conexões	percentual
Eficiência nos reparos de conexões	percentual
Extensão da Rede de Água por Ligação	m/ligação
Extensão da Rede de Esgoto por Ligação	m/ligação
Falhas na tubulação de serviço	falhas/tubo de serviço/ano
Falha no conduto principal	nº/km/ano
Falhas nos hidrantes	nº/1000 hidrantes/ano
Falhas nos testes químicos	percentual
Falhas nos testes estéticos	percentual
Falhas nos testes físicos	percentual
Falhas nos testes microbiológicos	percentual
Falta de energia	falhas/estação de bombeamento/ano
Frequência média de leitura	leitura/metro/ano
Funcionários acidentados	nº/empregado
Funcionários administrativos	nº/102 km
Funcionários com certificado de qualificação	percentual
Funcionários com grau universitário	percentual
Outros funcionários	percentual

INDICADORES	UNIDADE
Funcionários da transmissão e armazenagem e distribuição	nº/102km
Funcionários da manutenção e suporte de pessoal	nº/1000
Funcionários de operação e manutenção	nº/1000
Funcionários do financeiro e comercial	nº/1000
Funcionários de serviço ao cliente	nº/1000
Funcionários do laboratório	nº/1000
Funcionários do planejamento, construção, operação e manutenção	nº/102km
Funcionários do planejamento e construção	nº/1000
Funcionários do recursos da água , captação e tratamento	nº/106
Funcionários do serviço comercial e de apoio ao cliente	nº/102km
Funcionários do serviço técnico	nº/1000
Funcionários de manutenção de hidrômetros	nº/1000
Outros funcionários	nº/106/m 3/ano
Funcionários por Volume de Água	nº/106m3
Funcionários por comprimento de tubulação	nº/102 km
Funcionários por conexão	nº/1000
Funcionários por tubulação de serviço	nº/103 tubulação de serviço
Outros funcionários	percentual
Grau de Endividamento	
Horas de trabalho	horas/empregados/ano
Idade média de bens tangíveis	percentual
Incidência das Análises de CloroResidual no Padrão	percentual
Incidência nas Análises Turbidez no Padrão	percentual
Indicador de Desempenho Financeiro	percentual
Índice Bruto de Perdas Lineares	(m³/ano)/km
Índice de Atendimento de Água	percentual
Índice de Atendimento de Esgoto Referido aos Municípios Atendido c/ Água	percentual
Índice de Consumo de Água	percentual
Índice de Coleta de Esgoto	percentual

Fonte: Adaptado de Luvizotto (2002)

Quadro 8 (cont.) – Indicadores de gestão

INDICADORES	UNIDADE
Índice de Esgoto Tratado Referido a Água Consumida	percentual
Índice de Evasão de Receitas	percentual
Índice de Faturamento de Água	percentual
Índice de Hidrometração	percentual
Índice de Macromedição	percentual
Índice de Micromedição Relativo ao Consumo	percentual
Índice de Micromedição Relativo ao Volume Disponibilizado	percentual
Índice de Perdas de Faturamento	percentual
Índice de Perdas na Distribuição	percentual
Índice de Perdas por Ligação	(m³/ano)/ligação
Índice de Produtividade: Economias Ativas por Pessoal Próprio	economias/empregado
Índice de Produtividade: Economias Totais por Pessoal Total (Equivalente)	economias/emp. equivalente
Índice de Produtividade: Empreg. Próprios por Mil Ligações Ativas (Água + Esgoto)	empregados/(mil lig)
Índice de Produtividade: Empregados Próprios por Mil Ligações de Água	empregados/(mil lig.)
Índice de Tratamento de Esgoto	percentual
Índice de Volume Faturado por Economia de Água	m3/economia de Água
Índice de Volume Faturado por Economia de Esgoto	m3/economia de Esgoto
Ineficiência no uso dos recursos de água	percentual
Infraestrutura do índice de perdas	
Inspeção da potência dos equipamentos elétricos	percentual/ano
Inspeção de bombas	percentual/ano
Inspeção de hidrantes	percentual/ano
Inspeção de rede	percentual/ano
Interrupções no abastecimento	percentual
Interrupções por conexão	percentual
Limpeza de tanque de armazenamento	percentual/ano
Liquidez Corrente Liquidez Geral Margem da Despesa c/ Pessoal Próprio	percentual
Margem da despesa com Pessoal Total (Equivalente)	percentual
Margem da Despesa de Exploração	percentual
Outras Despesas de Exploração	percentual
Margem do Serviço da Dívida	percentual
Margem Operacional	percentual

INDICADORES	UNIDADE
Medição	nº/102km
Margem Líquida	percentual
Nível de água nos hidrômetros	percentual/ano
Número de equipamentos elétricos inspecionados durante o ano	percentual/ano
Número de testes realizados	percentual
Padronização do consumo de energia	Wh/m3at 100m
Participação da Econ. Resid. de Água no Total das Economias de Água	percentual
Participação da Rec. Op. Direta de Água na Rec. Op. Total	percentual
Participação da Rec. Op. Direta de Esgoto na Rec. Op. Total	
Participação da Rec. Op. Indireta Na Rec. Op. Total	percentual
Participação da Desp. c/ Prod. Químicos nas Desp. de Exploração	percentual
Participação da Despesa c/ Pessoal (Equivalente) nas Despesas de Exploração	percentual
Participação da Despesa c/ Pessoal Próprio nas Despesas de Exploração	percentual
Participação da Despesa com Energia Elétrica nas Despesas de Exploração	percentual
Participação das Outras Despesas nas Despesas de Exploração	percentual
Perdas de água m3/conexões/ano	percentual
Porcentagem de metros de leitura	percentual
Pressão no abastecimento	percentual
Perdas aparente	m3/conexões/ano
Perdas aparente	l/km/ano
Perdas aparente	l/conexão/ano
Perdas reais	l/conexão/dia com sistema pressurizado
População experimentando restrições no abastecimento de água	percentual
Perdas reais	l/km/ano
Pressão nos hidrômetros	
Quantidade de água consumida	l/pessoa/dia
Perdas reais	l/conexão/ano
Qualidade da água fornecida para abastecimento	percentual

Fonte: Adaptado de Luvizotto (2002)

Quadro 8 (cont.) – Indicadores de gestão

INDICADORES	UNIDADE
Qualidade de água monitorada por equipamento via on-line	percentual/ano
Quantidade Equivalente de Pessoal Total	empregados
Qualidade no abastecimento de água	% Ramais/ comp de rede n°/km
Reabilitação de tubos	percentual/ano
Reabilitação de conexão de serviço	percentual/ano
Reabilitação de condutos principais	percentual/ano
Reaproveitamento de energia	percentual
Reclamações da qualidade da água	percentual
Reclamações de cliente	reclamações/conexões
Reclamações de faturamento	n° reclam./clientes/ ano
Reclamações de faturamento	reclamações/conexões
Reclamação de pressão	percentual
Reclamações de serviços	n° reclam./conexs/ano
Reclamações de serviços	reclamações/conexões
Outras reclamações	reclamações/conexões
Relação atual	
Relação da cobertura de débito de serviços	percentual
Relação de cobertura de custos total	
Relação de custos de energia	percentual
Relação de custos internos de mão-deobra	percentual
Relação de custos de serviços externos	percentual
Relação de depreciação custos	percentual
Relação de custos administração e suporte	percentual
Relação de custos financeiros e comercial	percentual
Relação de custo de serviço ao cliente	percentual
Relação de custos de serviços técnicos	percentual
Relação de outros custos	percentual
Relação de investimentos	percentual/ano
Relação de pagamentos atrasados	percentual
Relação de patrimônio líquido de dívida	
Rendimentos de vendas	percentual
Outros rendimentos	percentual
Respostas para reclamações escritas	dias/reclamações
Respostas para reclamações escritas	percentual
Restrições ou interrupções	percentual
Outras reclamações e dúvidas	n° de reclamações e dúvidas/clientes/ano

INDICADORES	UNIDADE
Recurso e administração da bacia	n°/102km
Retorno de equidade	percentual
Retorno líquido de ativos fixos	percentual
Retorno Sobre o Patrimônio Líquido	percentual
Revestimento do conduto principal	percentual/ano
Sistema de fluxo do hidrômetros	percentual/ano
Substituição de bombas	percentual/ano
Substituição de hidrômetros	percentual/ano
Tarifa Média de Água	R\$/m3
Tarifa Média de Esgoto	R\$/m3
Tarifa Média Praticada	R\$/m3
Teste estético	n°/106m3/ano
Testes estéticos	percentual
Testes microbiológicos	percentual
Testes físico-químico	percentual
Testes radioativos	percentual
Total de água não registrada	(m3per capita/dia)
Total de água sem contabilizar	l/km/ano
Transmissão e distribuição da capacidade de armazenamento	dias
Transmissão e distribuição	n°/102km
Tratamento e laboratório	n°/102km
Treinamento externo	dias/empregado
Treinamento externo	horas/empregados/ano
Treinamento interno	horas/empregados/ano
Treinamento interno	dias/empregado
Treinamento total	dias/empregado
Treinamento total	horas/funcionário/ano
Tubos substituídos	percentual/ano
Tubulações de serviços substituídas	percentual/ano
Unidade de investimentos	R\$/m3
Utilização no tratamento	percentual
Válvulas substituídas	percentual/ano
Volume de Água Disponibilizado por Economia	(m³/mês)/economia

Fonte: Adaptado de Luvizotto (2002)

Quadro 8 (cont.) – Indicadores de gestão

A eficiência de um sistema de abastecimento de água é avaliada pelo indicador "Índice de Perdas" que procura retratar todas as componentes desta ineficiência. Em 2001 a média nacional das perdas (englobando perdas reais e aparentes) nos sistemas de abastecimento de água brasileiros situou-se no patamar dos 40%, com os maiores valores alcançando a casa dos 70% e os menores valores girando em torno dos 20% (SEDU/PR apud BARROSO 2005).

O índice de perdas tem sofrido vários questionamentos sobre a sua forma de obtenção, bem como a sua representatividade e capacidade de comparação entre diversos sistemas (AESBE e ASSEMAE, 1997). Para um cálculo mais preciso deve-se observar as seguintes recomendações (GONÇALVES, 1999):

. - Fazer coincidir os períodos da macromedição com o período da leitura dos hidrômetros, uma vez que a defasagem que venha a ocorrer entre eles pode levar a que os períodos de macro e micromedição possam ter características de consumo bem diferentes e, conseqüentemente, levem a distorções no cálculo;

- Criar ou redefinir os grupos de leitura de hidrômetros de forma a coincidirem com os setores de abastecimento dentro de cada localidade, pois em alguns casos a medição da água de entrada em um dado sistema pode abranger mais de uma localidade, e conseqüentemente, diferentes grupos de leitura de hidrômetros; em outras palavras, possibilitar o cálculo do índice por setor, de tal forma que haja coincidência entre as áreas computadas em termos de entrada e saída de água.

Segundo Almeida (1999) é opinião de especialistas de vários países considerarem as perdas de água e fugas nas redes de distribuição relacionadas com os indicadores mais utilizados em nível internacional. Assim, sendo as perdas um fator a considerar na avaliação do desempenho dos sistemas, o controle sistemático dos volumes de água não contabilizados nas redes de distribuição de água e em particular, a sua detecção e localização de fugas, constitui atualmente uma das atividades prioritárias das entidades gestoras que pretendem gerir de forma eficiente os sistemas.

Os indicadores de perdas (são tipos de indicadores de gestão, conforme o Quadro 5) têm por finalidade demonstrar o estado em que se encontra a eficiência do sistema de distribuição de água. Através destes indicadores é possível gerenciar as perdas, obter dados para uma correta interpretação e aplicação de um sistemas de controle. Atualmente existem diversos modelos de indicadores de perdas, dentre eles pode-se citar:

- **Indicador Percentual:** É o mais utilizado hoje, no Brasil. Este indicador é de fácil compreensão relaciona o volume de perdas aparentes e reais com o volume total disponibilizado no sistema pela concessionária (no caso desta pesquisa, o volume disponibilizado no sistema de distribuição). A aplicação deste indicador se processa através da Equação 1:

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IP} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais} \times 100}{\text{Volume Disponibilizado}} \quad (\%) \quad (1)$$

Mas é importante salientar que, mesmo que seja um sistema de fácil aplicação e possua diversas variáveis, o indicador de perdas percentuais está sendo substituído por outros indicadores por se mostrar um sistema, que de certa forma, está debilitado de informações necessárias para a escolha dos processos e metodologias de aplicação de novos sistemas de controle de perdas.

- **Índice de Perdas por Ramal:** Este indicador representa o volume de água perdido relacionado com o número de ramais em que é distribuída a água e é indicado para aplicação em áreas urbanas (superior a 20 ramais/Km). Para formatação deste índice, utiliza-se a equação 2:

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IPR} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{N}^\circ \text{ de ramais} \times 365} \quad (\text{m}^3/\text{ramal.dia}) \quad (2)$$

Utilizável como fator de escala, adaptando-se a diferentes tamanhos de redes de distribuição de água.

- **Índice de Perdas por Extensão de Rede:** Este indicador representa o Volume de Perdas totais anuais relacionado com a extensão da rede da concessionária responsável pela distribuição, conforme a equação 3. É indicado para casos em que a densidade de ramais seja baixa, inferior a 20 ramais/km.

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IPER} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{Extensão da rede} \times 365} \quad (\text{m}^3/\text{km.dia}) \quad (3)$$

Utilizável como fator de escala, adaptando-se a diferentes tamanhos de redes de distribuição de água.

- **Índice Infra-estrutural de perdas:** Este indicador representa o Volume de Perdas totais anuais relacionado com um indicador relacionado como Volume de Perdas Inevitáveis totais anuais (o nível de perdas mínimo esperado para o sistema), de acordo com a equação 4:

$$\text{Índice de Perdas} = \text{Ile} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{Volume de Perdas Inevitáveis}} \quad (\text{adimensional}) \quad (4)$$

Segundo Alegre (apud TARDELLI FILHO, 2004), este é um indicador desenvolvido pela IWA, sendo a proposta mais atual de se avaliar a situação das perdas e permitir a comparação entre sistemas distintos.

Este indicador encontra-se em desenvolvimento, atualmente com poucas aplicações, por esse motivo, será de interesse deste trabalho procurar adaptar sua aplicação ao estudo de caso proposto.

2.2.5 Controle e redução de perdas

O controle e a redução das perdas de água no mundo é instrumento fundamental para a mudança cultural, que será necessária no que se refere à utilização deste recurso natural fundamental à vida (BARROSO, 2005).

Caracteriza-se, então, que o controle e redução das perdas de água ou seu desperdício, propõe a minimização do volume de água não faturado (contabilizado), necessitando para isso, investimentos que visem a aplicação de métodos e medidas que provoquem a redução das perdas reais e aparentes, para que estas estabilizem em um patamar controlável e ao mesmo tempo, num nível adequado. Deve-se considerar também, na aplicação de uma metodologia de aplicação de um sistema de controle e redução de perdas, o caráter sócio-técnico-econômico, de modo que este seja viável para executar seu objetivo.

Conforme Moura (2004), a adoção de um sistema de controle de perdas baseia-se, primeiramente, em medidas preventivas de controle de perdas nas fases de projeto e construção do sistema envolvem a necessidade de passos iniciais de organização anteriores à operação. Estas medidas devem contemplar, dentre outras:

- boa concepção do sistema de abastecimento de água, considerando os dispositivos de controle operacional do processo;
- a qualidade adequada de instalações das tubulações, equipamentos e demais dispositivos utilizados;
- implantação dos mecanismos de controle operacional (medidores e outros);
- elaboração de cadastros;
- a execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.

A atividade de Controle e Redução de Perdas enquadra-se totalmente na melhoria da qualidade da operação dos sistemas de abastecimento e, conseqüentemente, na melhoria dos serviços prestados. Outra característica importante é que as ações de Controle e Redução de Perdas inserem-se no contexto de buscar uma gestão da demanda de água, e não só procurar incrementar a oferta para atender às demandas crescentes (MOURA, 2004).

2.3 Experiências relacionadas ao controle e redução de perdas

Neste item, são relacionadas experiências executadas por diversos autores, com o objetivo de buscar o controle e redução de perdas nos sistemas de distribuição de água. A importância é dada pelo fato de se tratar de um estudo do estado da arte sobre este assunto, demonstrando diversas soluções encontradas para um mesmo problema, as perdas de água. Mas, cabe salientar que, apesar de ser um mesmo problema, a perda de água em sistemas de distribuição possui diversas ramificações de causas e conseqüências, dentre elas, principalmente, a questão de se caracterizar como sendo uma perda real ou aparente, e suas posteriores classificações.

Portanto, são demonstradas, de forma resumida, as experiências executadas com o intuito de controlar, reduzir e prevenir altos índices de perdas de água para as concessionárias.

2.3.1 A experiência da redução e controle de perdas no sistema de distribuição de água no setor JD. Popular, em São Paulo (Autora: Débora Soares)

Através do perfil das perdas no setor de abastecimento de água Jd. Popular, zona leste da cidade de São Paulo, foram desencadeadas ações para reduzir as perdas reais e aparentes nesse setor, as quais se iniciaram em abril / 2000 e foram concluídas em novembro / 2000.

As principais ações desenvolvidas para a redução das perdas físicas foram:

- Vistoria geral da área do reservatório para verificar possíveis vazamentos e/ou extravasamentos: nenhum vazamento foi detectado;

- Verificação dos registros limítrofes para verificar eventuais fugas e transferências de água para outros setores de abastecimento: nenhuma irregularidade foi detectada;

- Instalação de 6 válvulas redutoras de pressão: protegendo 59 Km de rede de água (42% do setor), com uma economia de aproximadamente 28,2 l/s, vazão esta que era perdida em vazamentos;

- Pesquisa e detecção de vazamentos não visíveis: foram pesquisados 148,45 Km de rede, sendo detectados e reparados 134 vazamentos em ramal e 12 vazamentos em rede, resultando num índice de 0,98 vazamentos/Km de rede.

Para a redução das perdas aparentes foram desenvolvidas as seguintes ações:

- Aferição do macromedidor venturi instalado na entrada do reservatório do setor de abastecimento;

- Conferência do cadastro comercial dos setores e quadras: 26,6% das quadras estavam cadastradas incorretamente;

- Caça-fraudes: foram pesquisadas ligações com evidências de fraudes, selecionando 136 ligações para vistoria. Dessas vistorias, foram detectadas 27 irregularidades, com um acréscimo mensal de 165 m³;

- Vistoria em ligações inativas no cadastro comercial: foram vistoriadas 730 ligações, e detectadas 15 ligações violadas, as quais foram reativadas;

- Melhoria da micromedição: troca preventiva de hidrômetros de pequeno e grande porte, e regularização de hidrômetros inclinados: foram realizadas 800 trocas, resultando num acréscimo mensal de 196 m³;

- Acompanhamento do processo de leitura: foram detectados 450 hidrômetros parados.

Os principais resultados foram obtidos através das ações de combate às perdas físicas.

- Através das ações de controle, conseguiu-se reduzir o índice de perdas de cerca de 51% em abril de 2000 e um indicador específico de volume perdido de 46 m³/km rede x dia (incluindo as perdas não físicas) para os índices de 22% e 13,5 m³/km rede x dia em dezembro de 2000.

- A experiência mostrou que não existe fórmula mágica nem uma tecnologia inovadora capaz de reduzir as perdas. Apenas é necessário desencadear todas as ações possíveis, com qualidade, rapidez e envolvimento de todas as áreas pertinentes.

- Com o desencadeamento de todas as ações foi possível reduzir consideravelmente as perdas do setor Jd. Popular, igualando-se a índices de primeiro mundo. O desencadeamento

das ações, já tendo um perfil preestabelecido, também levou a resultados mais rápidos e otimização de recursos.

2.3.2 Efeitos da substituição de redes sobre as perdas d'água no distrito pitométrico de Ipanema (Autor: Paulo Robinson da Silva Samuel)

Analisar a gestão relativa à correção das perdas d'água no Distrito Pitométrico de Ipanema – Porto Alegre – RS, no período de 1993 a 1998, verificando o impacto da substituição das redes de abastecimento sobre as perdas d'água, bem como avaliar o empreendimento em termos econômicos.

Houve redução de perdas d'água após a substituição das redes e que o capital investido, considerando o atual valor de investimento econômico na tarifa d'água, deverá ser amortizado em 17 anos e 8 meses.

Os índices de perdas que serviram de parâmetros de comparação, com os índices obtidos após a implantação das novas redes de distribuição do Distrito Pitométrico de Ipanema, foram obtidos a partir de consultas aos “Estudos para implantação de setorização em distritos pilotos: Distrito Pitométrico Piloto Ipanema”, disponíveis na Divisão de Água do DMAE.

Houve redução de perdas d'água após a substituição das redes de abastecimento do Distrito, tendo em vista a redução do Fator de Pesquisa, em 1998.

O índice de perdas calculado após a substituição das redes do Distrito Pitométrico foi de 28,12%.

Houve redução do número de ocorrência de fugas com a substituição das redes de abastecimento.

3 METODOLOGIA

A pesquisa sobre o tema proposto foi conduzida de maneira a possibilitar o entendimento teórico do assunto, permitindo assim, a sua aplicação prática. Como a pesquisa prevê em sua estrutura, duas partes distintas, estas serão abordadas separadamente. Primeiramente, foi verificado no estudo que, para ser possível a aplicação de uma metodologia de trabalho visando o controle de perdas, é necessário um levantamento de dados e conceitos referentes, em livros e artigos publicados com base científica. Sendo assim foi possível o entendimento sobre a aplicação dos conceitos teóricos e práticos de uma metodologia existente, executada no estudo de caso proposto.

Portanto, a seqüência da pesquisa é referente à aplicação de um diagnóstico de perdas e usos de água, que mescla as duas metodologias basicamente referenciadas anteriormente, a Proposta de Metodologia para Execução de Auditoria nos Sistemas de Distribuição Operados pela SABESP e o Balanço Hídrico recomendado pela IWA, aplicado em um estudo de caso, onde foi feita a coleta e análise dos dados fornecidos pela companhia responsável pelo sistema de distribuição de água no município de Erechim-RS. Em posse destes dados coletados, optou-se pela aplicação da metodologia mais viável para este estudo, ou seja, uma auditoria que se adapte ao sistema de abastecimento em estudo, visando a aplicação da Planilha para Cálculo do Balanço Hídrico – LNEC Versão 1.2 – 2005.

3.1 Métodos e técnicas utilizados

Como já exposto, os métodos abordados para o desenvolvimento da pesquisa foram executados em duas formas distintas. A primeira trata-se de um estudo teórico das metodologias existentes para a implantação de sistemas de controle de perdas, a seguinte é a implantação deste sistema de maneira viável em um estudo de caso.

Referente ao estudo, conceitual, de controle de perdas e respectivas informações afins, foi executada uma minuciosa pesquisa bibliográfica em livros, publicações e via internet, promovendo um completo embasamento teórico sobre o assunto, permitindo a análise e interpretação dos dados coletados. A coleta e interpretação de dados foi executada de maneira constante durante o período da pesquisa, permitindo assim, a adaptação da metodologia escolhida para aos diversos problemas encontrados em sistemas de distribuição de água, objetivando assim, a redução das perdas.

Seqüencialmente, necessitou-se o acompanhamento do trabalho na concessionária da CORSAN, com sede no município de Erechim, para análise das variáveis referentes ao trabalho, analisando principalmente o índice de perdas de água local, para a partir deste, buscar caracterização das perdas e suas principais causas bem como a procura pela implantação de uma mais eficiente e viável metodologia de trabalho para este caso específico. O período em estudo limitou-se a 12 meses, baseado na credibilidade das informações coletadas, fazendo assim com que os valores apresentados representem uma média anualizada dos componentes, absorvendo as sazonalidades, conhecido como a execução do balanço hídrico local.

Depois de autorizada a análise nas dependências físicas da concessionária, deu-se seqüência à pesquisa buscando caracterizar as variáveis analisadas. Propõe-se a seguir, quais deverão ser estas variáveis, e a metodologia utilizada para quantificar estas variáveis, de forma a permitir que seja possível caracterizar os usos e perdas de água no sistema de distribuição e abastecimento de água.

Portanto, a metodologia seguida para o trabalho será a seguinte:

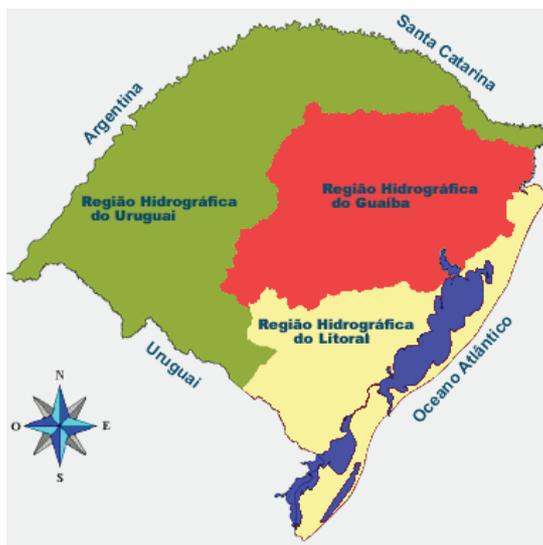
3.1.1 Caracterização do local de estudo

Características Hidrográficas

O município de Erechim, está localizado no Estado do Rio Grande do Sul, na Unidade Passo Fundo (U20) da Região Hidrográfica do Uruguai, e é administrado por uma das unidades de saneamento da CORSAN.

A Região Hidrográfica do Uruguai, demonstrada no mapa hidrográfico do Rio Grande do Sul na Figura 6, abrange a porção norte, noroeste e oeste do território sul-rio-grandense, com uma área de aproximadamente 127.031,13 km², equivalente a 47,88% da área do Estado. Sua população total está estimada em 2.416.404 habitantes, que equivale a 23,73% da

população do Estado, distribuídos em 286 municípios, com uma densidade demográfica em torno de 19,02 hab./km². Essa Região está subdividida em dez unidades hidrográficas: Apuaê-Inhandava (U-10), Passo Fundo (U-20), Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30), Butuí-Piratinim-Icamaquã (U-40), Ibicuí (U-50), Quaraí (U-60), Santa Maria (U-70), Negro (U-80), Ijuí (U-90) e Várzea (U-100).



Fonte: ANA (2006)

Figura 6: Mapa hidrográfico do Rio Grande do Sul

A U20 - Passo Fundo situa-se ao norte do Estado, abrangendo 30 municípios, drenando uma área de 4.785,7 km², contando com uma população de 168.370 habitantes. Seus principais formadores são os rios Passo Fundo, Índio e Erechim, arroios Butiá e Timbó. No que se refere às atividades econômicas, observa-se o uso intensivo do solo para a produção de grãos, principalmente monoculturas de soja, milho, trigo e aveia. A forte presença das lavouras, em sucessivos momentos (plantio, desenvolvimento vegetativo das culturas e colheitas) marca o cenário regional. Nas regiões de relevo bem acentuado ou ondulado como, por exemplo, na área de transição do Planalto Médio e Alto Uruguai, observam-se pequenas propriedades de subsistência. A produção na região está sendo diversificada por meio da suinocultura e avicultura. Com exceção do município de Passo Fundo, que apresenta um perfil e condições de atrair grandes indústrias, a bacia não conta com atividades industriais expressivas. A falta de saneamento básico e a ausência de tratamento de esgotos domésticos nos municípios inseridos na bacia comprometem alguns tributários e, principalmente, a parte superior do rio Passo Fundo.

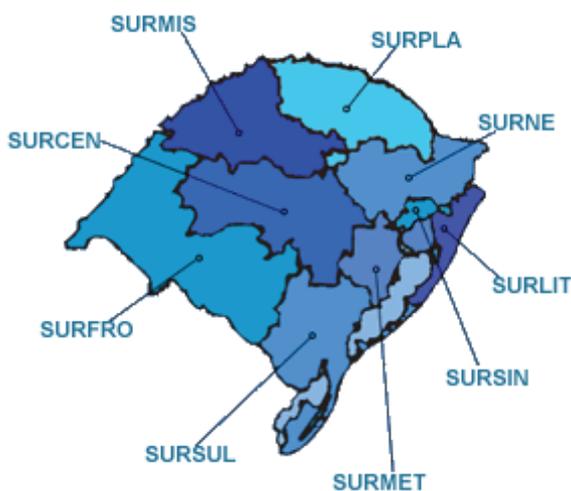
Características da Concessionária

A Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) foi criada em 21 de dezembro de 1965 e oficialmente instalada em 28 de março de 1966, sendo esta a data oficial de sua fundação. O desafio de proporcionar ao Rio Grande do Sul e sua população melhor qualidade de vida foi enfrentado pela empresa que surgiu. E a imagem do aguadeiro, que precariamente abastecia as populações no início do século, ficou definitivamente na história.

A Companhia Riograndense de Saneamento abastece hoje mais de 6 milhões de gaúchos, o que corresponde a dois terços da população do Estado. A CORSAN está distribuída em nove regiões, responsáveis pela administração das diversas localidades que recebem água tratada.

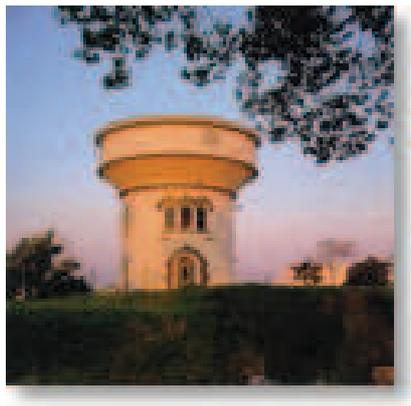
As 367 localidades atendidas pela CORSAN nas nove regiões do Estado têm ainda 126 gerências, que cuidam das necessidades locais. Hoje, 95% da população urbana das localidades abastecidas pela Companhia contam com água tratada.

A Unidade de Saneamento em estudo é denominada US 75, localizada em Erechim, sob a responsabilidade da SURPLA – Superintendência Região do Planalto Médio, conforme a Figura 7 localiza geograficamente as diversas superintendências no estado, e a Figura 8 mostra a um dos reservatórios da US 75.



Fonte: CORSAN (2006)

Figura 7: Mapa das superintendências da CORSAN - RS



Fonte: CORSAN (2006)

Figura 8: Estação de tratamento de água da CORSAN em Erechim - RS

Características do município

O Município de Erechim localiza-se ao Norte do Rio Grande do Sul, na Região do Alto Uruguai, sobre a cordilheira da Serra Geral. Distante 360 Km da capital Porto Alegre, a cidade que, atualmente, possui cerca de noventa e oito mil habitantes, se torna o principal foco nas áreas do ensino, saúde, comunicação, transporte e mercado imobiliário e de trabalho, principalmente pelas carências encontradas nas pequenas comunidades do interior do Alto Uruguai.

Erechim é um pólo regional que vem se consolidando em diversos setores, como o metal-mecânico e o de confecções, com empresas relativamente novas ganhando competitividade em nível nacional e internacional. Destaca-se também como pólo gráfico-editorial do norte do Estado.

Com clima sub-tropical, apresentando as quatro estações (primavera, verão, outono e inverno) bem definidas, solos favoráveis e temperatura média anual de 18,7 °C, o município apresenta grande potencial agropecuário nas culturas de milho, soja, feijão e cevada, hortifrutigranjeiros, fruticultura, suinocultura, pecuária leiteira, produtos agro-ecológicos e pequenas agroindústrias, distribuídos em uma área total de 431 Km².

Em todas estas áreas é visível a importância de um abastecimento de água contínuo e uniforme, evitando assim problemas comerciais e industriais que afetem diretamente a economia do município. Aos 84 anos, Erechim aponta como um pólo emergente de desenvolvimento no Norte do Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Prefeitura Municipal de Erechim (2006)

Figura 9: Vista aérea do município de Erechim

No início do ano de 2005 ocorreu uma estiagem na região do município de Erechim, ocasionando um racionamento de água na cidade. Devida a esta estiagem, a concessionária CORSAN, responsável pelo abastecimento e distribuição de água, teve que buscar soluções urgentes para amenizar o incidente.

Dentre as opções verificadas para amenizar o problema de forma urgente, a mais utilizada foi a liberação para reabertura de poços de água que haviam sido lacrados. Em longo prazo, optou-se pela perfuração de um poço artesiano no Aquífero Guarani, a maior reserva de água subterrânea existente no mundo.

Entretanto, esta pesquisa procura analisar os usos e perdas de água existente no município, de forma a contribuir de forma positiva na confecção de um sistema de controle que permita a redução das perdas de água e conseqüentemente, disponibilizar uma quantidade maior de água à população, podendo assim, contribuir com a diminuição do risco de problemas correlacionados à estiagem, como por exemplo, a necessidade de um novo racionamento no município.

A pesquisa foi executada em parceria com a Unidade de Saneamento número 75 da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) localizada no município de Erechim, Rio Grande do Sul.

3.1.2 Programa Experimental

O diagnóstico aqui proposto, consiste na identificação e contabilização de todos os tipos de usos e de perdas, possíveis dentro de um sistema de abastecimento de água. A partir deste conhecimento é que se podem definir, priorizar e controlar as ações para controle e redução das perdas. A maior parte do trabalho, nesse tipo de auditoria, se constitui no exame da

consistência dos dados de medição e de contabilização dos volumes de água e do sistema de equipamentos de controle, para se identificar qualquer inconsistência na cobrança ou no uso previsto para a água. Adicionalmente, é feita a estimativas dos usos não-medidos da água, esta devendo ser incorporadas aos dados da auditoria.

3.1.3 Variáveis analisadas

Para executar a determinação da composição de usos e perdas de água, foi utilizada uma associação entre as metodologias propostas pela SABESP e proposta pela IWA, com o intuito de realizar uma auditoria, de forma a obter sucesso quanto aos objetivos pré-definidos, deve-se analisar as seguintes variáveis:

3.1.3.1 Passo 0: Definir o sistema no qual foi efetuado o balanço hídrico e respectivas datas de referencia

É definido o sistema de distribuição e abastecimento, no qual será efetuada a coleta e análise dos dados, identificando a capacidade do abastecimento, a produção global, o número de economias consumidoras e as características físicas e infra-estruturais da concessionária local, determinando assim, um período de análise para diagnosticar as diferentes parcelas de perdas existentes.

3.1.3.2 Passo 1: Quantificar o volume de água que entra no sistema

Quantifica-se o volume total de água que entra no sistema, classificando-a pela sua origem. Este volume pode ser originário a partir da captação da água bruta ou da importação da água bruta e/ou tratada.

- Quantificar o volume entregue pela concessionária, representado pelo volume indicado pelos macromedidores

De acordo com a metodologia proposta pela SABESP, o volume de água que entra num sistema de distribuição deve ser quantificado com precisão, pois toda auditoria de água parte dos volumes macromedidos para se determinarem as quantidades de perdas físicas e não-físicas. Quando se parte de volumes macromedidos incorretos, muito provavelmente se

chegarão a resultados distorcidos, invalidando toda a auditoria no sistema, uma vez que o peso dos volumes macromedidos, em relação aos demais componentes, é muito grande.

Portanto, devem ser executados testes para verificação real da vazão, e se necessário a calibração dos macromedidores, possibilitando o conhecimento do volume macromedido corrigido, dos quais serão reveladas as parcelas decorridas do uso ou perda de água.

Conforme a adaptação da metodologia existente, proposta pela SABESP, é feita a quantificação do volume macromedido da seguinte forma:

- a) Verificar a quantidade e local dos macromedidores em operação, no sistema de distribuição e abastecimento de água em análise;
- b) Verificar a existência de pontos, que deveriam ser medidos, ausentes de macromedição. Caso exista, deverá ser proposta uma estimativa para serem avaliados;
- c) Coletar o histórico de calibração de todos os macromedidores;
- d) Efetuar testes de calibração em todos os macromedidores cujos testes foram feitos há mais de doze meses ou nos que nunca foram testados;
- e) Com base nos resultados dos testes de calibração, calcular o volume macromedido corrigido, para o período da auditoria. No volume macromedido corrigido deverão ser considerados os ajustes resultantes da correção proveniente da calibração, tornando-se assim uma das parcelas de perdas não-físicas, principalmente nos casos de volumes entregues a municípios não-operados.

Quantificou-se então, o Volume Macromedido Corrigido, partindo da utilização da Tabela 1 para coleta de dados, na qual segue-se a anotação do volume de água que passou pela estação de macromedição, caracterizada pela associação de volume por um período de tempo (considerado o período de pesquisa para a composição dos usos e perdas).

Mês	CORSAN US 75 - Erechim (m³/mês)
Janeiro 200-	X1
Fevereiro 200-	X2
Março 200-	X3
Abril 200-	X4
Mai 200-	X5
Junho 200-	X6
Julho 200-	X7
Agosto 200-	X8
Setembro 200-	X9
Outubro 200-	X10
Novembro 200-	X11
Dezembro 200-	X12
Total do período	$\sum X_i$

Tabela 1: Coleta de dados sobre o volume macromedido.

A partir dos dados coletados, deve-se aplicar, se necessário, os ajustes para correção do volume macromedido, provenientes da calibração dos macromedidores, ajustando o suprimento total que inicia o sistema.

Conforme a SABESP, os valores do total de suprimento de água, baseados nas leituras dos macromedidores e demais aparelhos de medição, são dados brutos. Esses dados brutos precisam ser ajustados por um certo número de fatores, incluindo: imprecisões do medidor; variações no nível de reservatórios; e pontos sem medidores, em que a medição é feita por estimativa.

Como próximo passo, executar-se os ajustes dos dados de volumes, para gerar o Volume Macromedido Corrigido, para isso, a metodologia da SABESP indica a utilização da equação 5:

$$VMC = \frac{VMNC}{1 + I} \quad (m^3) \quad (5)$$

Onde;

VMC = Volume Medido Corrigido;

VMNC = Volume Medido Não-Corrigido;

I = Incerteza do Medidor, de valor positivo quando o medidor está sobremedindo e de valor negativo quando o medidor está submedindo.

Após calcular o Volume Medido Corrigido, é importante verificar também o nível de água nos reservatórios, sujeitos a ajustes provenientes da sua variação.

Para executar tais ajustes, indica-se a seguir as seguintes recomendações da SABESP.

Nos casos em que o macromedidor estiver localizado a montante de reservatório, o volume de água reservado precisa ser contabilizado, na Auditoria da Água. Geralmente, a água que sai dos reservatórios é repostada; uma vez que a “água de reposição” sai do reservatório, ela é medida como se tivesse entrado no sistema em análise.

- Se os reservatórios localizados dentro da área em estudo tiverem mais água, ao final do período de estudo, que no início dos estudos, então o volume de reposição do reservatório é medido pelos macromedidores, mas não é entregue aos consumidores. Esses aumentos na reservação devem ser subtraídos do volume medido total.

- Se ocorrer uma redução nos volumes de reservação, então o decréscimo no volume de reservação deve ser somado ao volume medido total. A Tabela 2 ilustra uma maneira de se quantificar a variação no volume de reservação.

Para quantificação do volume referente ao armazenamento, pode-se utilizar a Tabela 2:

Reservatório	Volume no Início do Estudo (m ³)	Volume no Final do Estudo (m ³)	Varição do Volume de Reservação (m ³)
A	Via	Vfa	Vva
B	Vib	Vfb	Vvb
C	Vic	Vfc	Vvc
D	Vid	Vfd	Vvd
			$VVt = \sum Vvi$

Tabela 2: Coleta de dados sobre o volume variável dos reservatórios

Onde:

Vii = Volume do início do período de estudo, no reservatório em questão;

Vfi = Volume do final do período de estudo, no reservatório em questão;

Vvi = Volume variado, entre o início e fim do período de estudo;

VVt = Volume Variado Total, refere-se ao somatório dos volumes variados, de todos os reservatórios, entre o início e fim do período de estudo.

Portanto, caso houver influencia do nível dos reservatórios, este é quantificado pela equação 6:

$$VMC = \frac{VMNC}{1 + I} \pm VVt \quad (m^3) \quad (6)$$

3.1.3.3 Passo 2a: Determinar o consumo medido faturado

O volume de água consumida que é medida e faturada pode ser originário a partir da distribuição direta (que inclui a distribuição doméstica, a distribuição comercial, a distribuição industrial e a distribuição pública) ou da exportação de água para outro sistema e ou outra concessionária, desde que ambos tenham a sua distribuição medida.

- Quantificar o volume entregue pela concessionária, representado pelo volume indicado pelos micromedidores

Quantifica-se o volume entregue no local em estudo, através dos valores coletados pela leitura dos micromedidores localizados nos pontos de consumo. Desconsiderando, neste passo, os prováveis erros de medição existentes.

3.1.3.4 Passo 2b: Determinar o consumo não-medido faturado.

Para quantificar o consumo não-medido faturado, deve-se primeiramente coletar informações sobre os pontos consumidores que são considerados como tal, ou seja, os pontos consumidores que efetuam o pagamento pela utilização da água, mas que a mesma não é medida.

Tais valores podem ser estimados pela concessionária, para controle interno do destino da água tratada. Pode-se encaixar neste item, os consumidores de baixa renda, que não possuem medidores e pagam a taxa mínima de utilização do bem.

3.1.3.5 Passo 3: Volume de água não faturada.

O volume de água não faturada é representado como a diferença entre os volumes de água que entra no sistema e o volume água faturada, demonstrado na Equação 7:

$$\text{VNF} = \text{VMC} - \text{VF} \quad (\text{m}^3) \quad (7)$$

Onde:

VNF = Volume de água não faturado.

VMC = Volume medido que entra no sistema.

VF = Volume de água faturada.

3.1.3.6 Passo 4: Determinar o consumo autorizado não faturado

O consumo autorizado não faturado engloba o uso de água efetuado pela própria unidade de saneamento, a água utilizada no combate a incêndios e demais usos que são autorizados pela concessionária, mas não são faturados.

- Quantificar o volume dos usos autorizados não medidos, composto pela soma dos volumes utilizados:

O ideal para que se obtenha um maior controle dos usos e perdas de água no sistema de distribuição e abastecimento é minimizar os usos de água autorizados não medidos, tornando-os passíveis de medição e controle. Considerando a impossibilidade de tornar os usos autorizados não medidos em medidos, a SABESP propõem a quantificação dos volumes dos diversos usos mais comuns. Entretanto, em cada sistema auditado devem ser desconsiderados os usos inexistentes, e acrescentados outros usos não medidos existentes, quando forem os casos.

A precisão na quantificação dos usos de água autorizados não-medidos depende, entre outros, dos seguintes fatores:

- dificuldade de obtenção das informações necessárias;
- grau de precisão desejada nos cálculos;
- disponibilidade / necessidade de aquisição de novos equipamentos;
- necessidade de treinamento ou aquisição de mão-de-obra qualificada;
- necessidade ou não de consultoria específica;
- da ordem de grandeza da quantidade considerada.

Para essa quantificação, existem três metodologias básicas, dependendo de como a água é utilizada:

- Método de Cálculo de Volumes por Batelada
- Método de Cálculo pelas Descargas.
- Instalação, temporária de medidores de vazão, por período de tempo suficiente e distribuídos de forma adequada, de forma a se obterem volumes representativos.

Os seguintes usos autorizados de água são, na grande maioria dos casos, não medidos:

- Nas instalações administrativas:

Deverão ser quantificados todos os usos não-medidos, em instalações administrativas pertencentes à área em estudo.

O primeiro passo é a identificação, dentro da área em estudo, da existência de instalações com usos de água não-medidos, a partir de visitas aos locais e entrevistas com os gerentes responsáveis.

A partir da identificação é relacionado os usos de cada uma das instalações, de acordo com os tipos e formas de utilização específicas, elaborando-se uma planilha que relacione essas instalações e os consumos de água mensais estimados, dentro do período de análise.

A quantificação deve levar em conta os dados obtidos nas pesquisas que possam ser relacionados com os volumes consumidos. Podem ser citados, entre outros fatores:

- o número de pessoas que se utilizam de cada instalação, em bases diárias ou mensais;
- as instalações hidráulicas existentes;
- o período de utilização diário;
- a forma de utilização;
- a importância e a frequência de utilização.

Em casos em seja impossibilitado fazer a quantificação do volume utilizado nas instalações administrativas através da instalação de hidrômetros, o cálculo dos volumes podem ser feitos a partir do estabelecimento de índices de consumo “per capita” para cada forma de utilização, podendo esta ser adaptada de outra Unidade de Operacional, de características similares de população, clima, tipos de uso, etc., seguindo a utilização da Equação 8:

$$VEia = VCpf \times nF \quad (m^3/mês) \quad (8)$$

Onde:

VEia = Volume Estimado nas Instalações Administrativas.

VCpf = Volume Consumido por Funcionário.

nF = Número de Funcionários.

Teremos então:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devido a utilização de dados adaptados de uma pesquisa paralela, que mesmo tendo os mesmos objetivos, não deve ser considerada com total exatidão;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

**** : Dados baseados análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.**

Devida a metodologia utilizada para a quantificação do Volume Consumido nas Instalações Administrativas da US referente ao município de Passo Fundo.

- Na lavagem dos reservatórios;

Os volumes gastos para a lavagem dos reservatórios podem ser conhecidos a partir de relatórios de controle das Unidades Operacionais responsáveis pôr este tipo de serviços, ou pelas Divisões de Controle Sanitário, responsáveis pela área em estudo.

Relatórios com históricos completos fornecem os volumes totais despendidos dentro do período de análise, para cada reservatório.

A comparação entre os volumes gastos nas lavagens, com os volumes úteis cadastrais dos reservatórios, nos diversos locais, poderá auxiliar na elaboração de uma padronização, ou um critério para a utilização de volumes de água de lavagem, podendo inclusive levar esta padronização a uma economia nos volumes gastos.

Os históricos devem conter as dimensões cadastrais dos reservatórios, os volumes utilizados em cada lavagem e a periodicidade dos serviços. Relatórios incompletos, quando existentes, devem ser complementados, a partir de informações obtidas sobre a periodicidade das lavagens, ou outros dados pertinentes.

- No treinamento e combate a incêndio;

Esta categoria se refere aos volumes de água não-medidos, utilizados pelo Corpo de Bombeiros, geralmente a partir de hidrantes, em treinamentos ou em combate a incêndios.

Através da busca de informações com o Corpo de Bombeiros, busca-se os registros de usos e seus volumes, seja através da quantificação de caminhões utilizados e seus volumes, seja a partir de alternativas de tempos e vazões retiradas dos hidrantes. Esta informação é geralmente fornecida à população em geral, como uma medida própria a demonstrar os gastos com a utilização da água, promovendo uma conscientização, não somente para com o patrimônio próprio que é o objeto incendiado, como também para com o patrimônio público que é a água.

Outra possibilidade é a instalação de hidrômetros nesses hidrantes, de modo a serem feitas as leituras durante o período da auditoria, obtendo-se uma maior precisão na apropriação desses volumes.

- Em suprimentos de emergência;

Encontram-se nessa categoria os volumes de água entregues emergencialmente, através de caminhões-pipa não-faturados, nos casos de desabastecimento por períodos superiores a 24 horas.

Nesses casos, deve-se quantificar os números de viagens e respectivos volumes para se obter o volume total fornecido e não-medido/não-faturado, durante o período da auditoria.

- Na limpeza e desinfecção das redes e adutoras:

A necessidade das descargas para limpeza, seguida da desinfecção nas redes, ocorre devido a entrada de esgotos sanitários, de terra da vala ou de materiais diversos que ocorrem principalmente nas ocasiões das obras de reparos de vazamentos ou de arrebitamentos.

Nesses casos, após os reparos, é dada uma descarga na rede para a limpeza, e em seguida é feita sua desinfecção. Na desinfecção, primeiramente esvazia-se a tubulação no trecho de interesse. Após, recarrega-se a rede com água contendo excesso de cloro, descarregando após o tempo necessário. Em seguida, após a desinfecção, a linha é colocada novamente em carga.

Os volumes utilizados para limpeza e desinfecção de redes são obtidos a partir dos relatórios dos serviços executados pela Divisão de Controle Sanitário, ou indiretamente, a partir de informações obtidas nessa Divisão, visando principalmente a ocorrência de substituição de tubulação. Não estão computados os volumes perdidos em vazamentos e arrebitamentos.

Utilizando-se o método de Cálculo pelas Descargas, os volumes são obtidos a partir das seguintes informações:

Volumes de limpeza:

- diâmetros dos registros de descarga;
- tempos de acionamento dos registros em cada acionamento;
- pressão na rede, próximo às descargas;
- datas dos acionamentos;
- vazão de descarga;
- extensões dos trechos de limpeza.

Volumes de Desinfecção:

- Os volumes de desinfecção podem ser adotados como sendo iguais aos volumes de limpeza, uma vez que vão preencher o mesmo trecho de tubulação.

- Para suprimento social: utilização em favelas e áreas invadidas:

Atualmente, no conceito de perdas nos sistemas de distribuição, inclusive o conceito adotado pela SABESP, cuja metodologia para quantificação dos usos e perdas de água em sistemas de distribuição e abastecimento é adotada neste estudo, os volumes dos usos sociais (os volumes entregues em áreas invadidas e em favelas), não são considerados como perdas.

A quantificação dos usos sociais não-medidos, em áreas invadidas ou favelas, pode ser obtida pela aplicação da seguinte expressão:

$$St = Vet - Cm + Et \quad (m^3) \quad (9)$$

onde:

St = Volume Total de Usos Sociais Não-Medidos, em m³;

Vet = Volume Total Entregue à Favela ou Área Invadida;

Cm = Consumo Total Micromedido, não-faturado, correspondendo à hidrometração das ligações cadastradas na US 75 da CORSAN;

Et = Erro Total do sistema de medição, associado à precisão dos medidores.

O valor de St corresponde ao total de perdas de faturamento, em usos sociais, abrangendo as perdas físicas (vazamentos) e as perdas não-físicas (ligações clandestinas, insuficiência no número de micromedidores e falhas de cadastro).

Equações para Áreas com e sem Macromedição:

a) Assentamentos Irregulares que disponham de Macromedição:

$$St = CM - Cm + Et \quad (m^3) \quad (10)$$

onde:

St = Volume Total de Usos Sociais Não-Medidos, em m³;

CM = Consumo Total ou Volume Total Macromedido;

Cm = Consumo Total Micromedido, correspondendo ao total da hidrometração das ligações cadastradas na US 75 da CORSAN;

Et = Erro Total do sistema de medição, associado à precisão dos medidores.

b) Assentamentos Irregulares que não disponham de Macromedição:

$$St = Vp - Cm + Et \quad (m^3) \quad (11)$$

Onde:

V_p = Volume Total Projetado, ou Volume total entregue calculado;

C_m = Consumo Total Micromedido, correspondendo ao volume total hidrometrado das ligações cadastradas na US 75 da CORSAN;

E_t = Erro total do sistema de medição, associado à precisão dos micromedidores.

O valor de V_p é dado por:

$$V_p = P_c \times N \quad (m^3) \quad (12)$$

Onde:

P_c = Parâmetro de Consumo, ou consumo médio mensal de uma economia;

N = Número Total de economias da favela ou área invadida que se beneficiam do uso da água.

Como o volume projetado V_p é tomado como uma aproximação da macromedição, seu valor representa o consumo total de uma área invadida ou favela, já incluindo todas as perdas nessa área. Da mesma forma, o valor de P_c já agrega a perda total da área selecionada, distribuída igualmente para cada economia abastecida.

Como parcelas consideráveis de áreas invadidas e favelas não dispõem de dados de macromedição, torna-se essencial que se obtenha para cada uma delas o valor de P_c mais próximo possível de cada realidade local, uma vez que este representa o que está realmente ocorrendo no local em estudo em relação ao consumo unitário, total e às perdas.

O cálculo de P_c para uma determinada área deve ser feito a partir de uma análise estatística dos dados de macromedição e de número total de economias obtidos em áreas invadidas ou favelas.

Recomenda-se que, para cada sistema de abastecimento, seja feito um estudo inicial para se estimarem P_c e N , das favelas e áreas invadidas localizadas na região, estudos esses que devem ser atualizados, periodicamente, conforme a velocidade de crescimento ou alteração dessas áreas.

- Nos usos em canteiros de obras públicas:

O uso de água em canteiros é definido como proveniente principalmente de hidrantes, ou através dos hidrantes para caminhões-pipa, destinando-se à limpeza de poeira de ruas, preparação de canteiros, paisagismo, usos temporários e processamento de materiais para os obras (por exemplo: preparação de concreto).

Em menor escala, a água para utilização em canteiros pode ser proveniente de instalações com micromedidores, para usos em períodos curtos. Nesses casos, os consumos já estariam automaticamente incluídos nos volumes micromedidos ou faturados.

Quando não há a micromedição, a estimativa dos volumes consumidos pode ser feita a partir de um levantamento de dados de projetos similares anteriores, obtidos na própria Unidade Operacional local ou em outras empresas. É interessante que esses dados sejam relacionados, destacando-se os tipos de obras executadas e os períodos de utilização da água nos canteiros, entre outros dados.

Quando se trata de obras públicas, é importante o contato com a prefeitura local para coletar informações sobre todas e quaisquer obras públicas que estão ou foram executadas durante o período de estudo.

Os volumes estimados no período de análise para cada contrato podem ser determinados comparando-se os volumes obtidos anteriormente em obras similares. Dependendo da necessidade ou do julgamento atribuído aos resultados, baseado nos tipos de contrato de obras e nas características das atividades desenvolvidas pelas empresas contratadas, devem ser compensadas as diferenças encontradas.

Na falta de dados de comparação existentes, obter com as empresas contratadas as características das obras executadas/em execução e os fluxos dos processos construtivos, específicos para cada tipo de obra, a partir dos quais podem ser destacadas informações de como se utiliza de água, e com que frequência.

Os dados relativos aos contratos e as informações sobre início/término dos serviços são sempre disponíveis, bastando-se, para o cálculo dos volumes, obter os consumos médios a partir de arquivos da concessionária ou pesquisas com as empresas contratadas.

- Na limpeza de ruas:

Este uso de água é definido como o volume de água utilizado para limpar ruas e monumentos para manutenção da aparência local e após as feiras livres, pelo uso direto de hidrantes, caminhões-pipa ou outros equipamentos.

As estimativas requerem o uso do método de cálculo dos volumes por batelada. O volume utilizado para as limpezas varia em função do local destinada a limpeza, comprimento total de vias destinado ou não às feiras livres.

Deve ser obtida a frequência das operações de limpeza dentro de período base, assim como dados complementares, principalmente a assiduidade diária que é efetuada a limpeza das ruas ou feiras livres pela entidade local.

- No abastecimento de instalações públicas.

Dentro desta categoria se incluem:

a) Abastecimento de Parques, Praças e Jardins;

O consumo de água em parques, praças e jardins, quando existente, pode ser estimado por comparação com dados de outros locais dispondo de medições e com usos similares.

Caso a comparação não seja factível pela falta de dados, os consumos devem ser estimados, relacionando os equipamentos ou pontos de serviço de água existentes, o número de usuários e a frequência de utilização.

b) Escolas e Centros de Saúde Públicos;

A água utilizada nas escolas públicas, ou em centros de saúde públicos, sem micromedições é definida como a água usada para usos domésticos, podendo se incluir nesta categoria o consumo em quadras e *playgrounds* que são supridos pelas instalações de água das escolas.

Um dos meios mais simples de quantificar os usos em escolas, entre outros, é o de comparar consumos entre escolas de características similares mas micromedidas, quanto:

- Número de alunos;
- Horas diárias de uso;
- Paisagismo;
- Estrutura de recreação;
- Existência ou não de lanchonetes, etc.

c) Instalações Decorativas (fontes artificiais, etc.);

Este uso de água é definido pelos volumes utilizados para limpeza e manutenção da quantidade e da qualidade de água em piscinas, fontes artificiais, aquários e outras instalações decorativas.

Os principais componentes desses usos de água são:

- evaporação;
- volumes de água de drenagem para limpeza;
- água usada nas limpezas;
- vazamentos.

Na estimativa dos volumes de usos nas drenagens, utilizar os dados: volumes das piscinas, prováveis níveis d'água atingidos por evaporação antes da drenagem, e a frequência das drenagens.

Com relação aos volumes gastos nas limpezas, obter informações junto às equipes de manutenção e operação para identificar a frequência das limpezas, os tempos necessários às manutenções e os valores aproximados de volumes ou vazões de limpeza.

Quanto aos volumes de vazamentos, pode-se estimar que os mesmos sejam numericamente equivalentes a diferença entre os volumes correspondentes aos níveis normais de utilização das piscinas e os volumes correspondentes aos níveis d'água após a ocorrência da evaporação, durante um intervalo de tempo determinado. Estas informações podem também ser obtidas com a equipe de manutenção e operação das instalações.

d) Praças de Esportes (Ginásios Poli-esportivos e Estádios).

Basicamente refere-se aos centros esportivos públicos, pois os privados e ou particulares fazem parte do consumo de água autorizado e medido. Os gastos de água relativo a estes centros referem-se à aos volumes gastos nas limpezas, manutenção, irrigação, etc., sendo possível obter informações junto às equipes de manutenção e operação para identificar valores aproximados de volumes ou vazões de limpeza.

e) Áreas Paisagísticas:

Este tipo de uso se refere aos volumes de água eventualmente utilizados na irrigação de vegetação em canteiros, em passeios cultivados, áreas centrais de pistas ou em áreas de dimensões maiores, como praças, parques, jardins, áreas de lazer, e ou ainda em áreas de criação de animais ou outras, mantidas pelas administrações municipais ou estaduais.

Da mesma forma como visto anteriormente, o método mais simples para a estimativa dos volumes totais é a comparação com áreas dotadas de micromedição com usos similares em relação ao tipo, tamanho e cobertura vegetal, programa de irrigação e consumos médios, etc.

Outros métodos que podem ser adotados são o cálculo dos volumes reais de irrigação aplicados e o procedimento de cálculo dos volumes por batelada, em locais abastecidos ou irrigados por caminhões-pipa.

Para estimar os volumes reais utilizados, deve-se obter informações, nos órgãos municipais responsáveis, sobre a característica adotada para executar a manutenção, limpeza e irrigação das áreas paisagísticas, referindo-se basicamente ao número de viagens do caminhão pipa responsável por estas tarefas.

Portanto, após o levantamento dos dados referentes ao consumo autorizado não medido, aplica-se a Equação 13, totalizando assim, o volume total autorizado não medido.

$$VNA = \sum VNA_i \quad (m^3) \quad (13)$$

Onde:

VNA = Volume Total Autorizado Não Medido

VNA_i = Volumes autorizados não medidos identificados.

3.1.3.7 Passo 5: Determinando o consumo autorizado total.

Para determinar o consumo autorizado total, são considerados a soma dos volumes de água autorizado faturado e o volume de água autorizado não faturado, conforme a Equação 14.

$$VAT = VAF + VAnF \quad (m^3) \quad (14)$$

Onde:

VAT = Volume autorizado total.

VAF = Volume autorizado faturado.

VAnf = Volume autorizado não faturado.

3.1.3.8 Passo 6: Determinando as perdas de água do sistema.

Após o levantamento das informações e dados úteis para formatação do Volume Total Macromedido (Corrigido, se necessário), do Volume Micromedido (Corrigido, se necessário), do Volume Total Autorizado Não-Medido, compreendemos assim, o Consumo Total, sendo este faturado ou não.

O próximo passo é identificar e quantificar as perdas, sendo elas reais ou aparentes, de modo a realizar o balanço hídrico da Unidade Operacional Local.

- Identificação das Perdas

As perdas totais, não discriminadas, podem ser definidas pela Equação 15:

$$PT = VMC - VAT \quad (m^3) \quad (15)$$

Onde:

PT = Perdas Totais;

VMC = Volume Total Macromedido Corrigido;

VAT = Volume Autorizado Total.

De acordo com a AWWA, as perdas totais podem ser divididas em duas parcelas: a primeira parcela é composta pelas Perdas Identificáveis, que serão descritas a seguir de forma detalhada.

As parcelas restantes, ou seja, as Perdas Não-Identificáveis, são denominadas de Vazamentos Potenciais do Sistema, aos quais está associada uma parcela ou um volume recuperável, através de detecção e conserto dos vazamentos. Segundo a AWWA, a porcentagem máxima recuperável seria de 50%.

O valor resultante da Auditoria da Água, atribuído aos Vazamentos Potenciais do Sistema, segundo a metodologia Americana, irá determinar o direcionamento das ações das empresas de saneamento no sentido de diminuir as perdas por vazamentos dos sistemas de produção e de distribuição de água.

3.1.3.9 Passo 7: Quantificando as perdas aparentes do sistema.

As perdas aparentes do sistema apresenta as seguintes abordagens:

- Processos: falhas nos processos de leitura, registro, processamento e faturamento, falhas nos processos de cadastro (inativas e hidrômetros não-cadastrados);
- Fraudes: ligações não-autorizadas (clandestinas e violação em hidrômetros tais como “*by pass*” e inversão) e roubo em hidrantes.

A pesquisa a ser efetuada com base no Cadastro Comercial do sistema de abastecimento constante do Sistema Local deverá contemplar as ligações normais, cortiços, favelas, pró-morar e grandes consumidores, com status de ligação ativa, inativa, cortada e excluída. As ligações inativas (ligações suprimidas por inadimplência, demolição etc.) merecem uma pesquisa específica, pois o índice dessas ligações que são reativadas, sem o conhecimento da Unidade Operacional Local é considerável, sendo dessa forma responsável por uma parcela representativa nas perdas aparentes.

Para estimativa das perdas são adotadas as seguintes premissas:

- Extrapolação dos dados obtidos na pesquisa de campo para o universo das ligações dos Setores de Abastecimento, utilizando para cada Setor os resultados do bloco a que o mesmo pertence;
- Fornecimento de dados referentes a número de ligações e economias dos Setores de Abastecimento, pela Unidade de Serviços de Informática;
- Compatibilização entre setores comercial e de abastecimento, com ajuste dos dados referentes ao número de ligações e economias, dos Setores de Abastecimento.

Como sugestão para o cálculo do volume deste tipo de perda água, caracterizamos:

- Para Ligações não-cadastradas:

A estimativa das ligações não-cadastradas, por setor de abastecimento, pode ser obtida multiplicando-se o número de ligações de cada Setor de Abastecimento pelo percentual de ligações não-cadastradas apontado na pesquisa de campo.

O volume mensal não-faturado é obtido multiplicando-se a estimativa de ligações não-cadastradas pelo consumo médio mensal das ligações ativas que não apresentaram irregularidades.

- Para Ligações clandestinas e sem hidrômetro:

Por similaridade, a metodologia de cálculo da estimativa a ser adotada para as Ligações Clandestinas e para Ligações sem Hidrômetro será a mesma, multiplicando-se o número de ligações de cada setor de abastecimento pelo percentual apontado em pesquisa de campo.

Quanto ao volume mensal, poderá ser obtido multiplicando-se a estimativa pelo consumo médio característico.

- Para Ligações inativas reativadas:

A estimativa das ligações inativas reativadas pode ser obtida multiplicando-se o número de ligações de cada setor de abastecimento pelo percentual de ligações inativas reativadas do bloco, apontado na pesquisa.

O volume mensal não-faturado é obtido multiplicando-se a estimativa de ligações inativas reativadas pelo consumo médio mensal das ligações sem irregularidades, apontados na pesquisa.

- Para Ligações com irregularidades (fraudes):

A estimativa das economias com irregularidades, por setor de abastecimento, pode ser obtida multiplicando-se o número de economias de cada Setor de Abastecimento pelo percentual de economias com irregularidades, apontado na pesquisa de campo.

O volume mensal não-faturado é obtido multiplicando-se a estimativa de economias com irregularidades pela diferença entre o consumo médio mensal das ligações sem e com irregularidades, apontadas na pesquisa de campo.

3.1.3.10 Passo 8: Determinando as perdas reais do sistema.

As perdas reais do sistema ao consideradas como a diferença entre as perdas totais e as perdas aparentes, conforme a Equação 16:

$$\mathbf{PRT = PT - PAT} \quad (\text{m}^3) \quad (16)$$

onde:

PRT = Perdas Reais Totais;

PT = Perdas Totais;

PAT = Perdas Aparentes Totais.

3.1.3.11 Passo 9: Avaliando as perdas reais.

As perdas reais são provenientes a partir de vazamentos e extravasamentos, e para fazer esta avaliação é necessário a coleta dos dados referentes a ocorrência, tipo e duração dos vazamentos.

Para auxiliar na quantificação das parcelas de perdas reais, é necessário verificar o mau funcionamento em equipamentos de controle do sistema de distribuição. O mau funcionamento, ou o funcionamento impróprio dos sistemas de controles podem resultar em perdas. Os passos básicos para determinar o volume das perdas são os mesmos: determinar as taxas de perdas (vazões), o período de tempo em que ocorrem as perdas e a frequência dessas perdas.

- Extravasamentos em reservatórios;

Quando não há relatos históricos sobre a ocorrência de extravasamentos nos reservatórios, uma estimativa confiável das vazões de perdas requer análises sobre os registros contínuos de macromedição na saída dos reservatórios e das vazões de alimentação, além do conhecimento das variações dos níveis d'água no interior do reservatório durante o período de análise, encarecendo e dificultando este trabalho.

Na execução, a metodologia da SABESP indica que certas atividades permitirão o pleno conhecimento do problema na Unidade de Negócio em estudo, dentre elas:

- Levantamentos ou vistorias de campo para caracterização da situação atual e avaliação dos resultados;
- Visitas ao Centro de Controle Operacional e entrevistas com os técnicos das equipes operacionais encarregadas;
- Levantamento e listagem dos centros de reservação da Unidade de Negócio e dos controles de níveis existentes;
- Entrevistas com pessoal técnico de operadores e manutenção dos reservatórios nas Unidades de Negócio sobre possibilidades e ocorrências de extravasamento nos reservatórios, e existência de histórico / tempos de extravasamentos;

Dadas as dificuldades para sua identificação e estimativa e os grandes valores de vazão, que tais extravasamentos podem representar, é fundamental que os sistemas de controle e monitoramento de níveis sejam verificados periodicamente, procedendo a sua manutenção adequada, sempre que necessária.

- Vazamento em reservatórios:

Estas perdas ocorrem principalmente pelo fundo ou paredes dos reservatórios ou poços de armazenamento de água tratada, em função da existência de fissuras ou trincas nas estruturas de concreto.

Os vazamentos podem ser detectados a partir de análises de procedência das águas provenientes de escoamentos em canais de drenagem, ou provenientes de escoamentos diversos em áreas próximas aos reservatórios, onde há suspeita de ocorrência de vazamento.

Uma vez que os vazamentos podem estar localizados em diferentes locais e profundidades, recomenda-se que seja observada a variação dos níveis de armazenamento do reservatório com o tempo, de modo que possam ser identificadas as profundidades onde ocorrem as maiores vazões de perdas e, portanto localizar a posição dos vazamentos para os reparos.

Da mesma forma como foi descrito no item de perdas por vazamentos descobertos em redes, devem ser estimados os volumes de perdas por vazamentos em reservatórios apenas nos casos em que a existência de vazamentos foram comprovadas, tenham sido reparados ou não.

- Vazamentos encontrados:

Além de ser um item fundamental para o estudo do perfil de perdas da Companhia, a determinação dos volumes relativos às perdas por vazamentos propicia, conforme já citado, traçar diretrizes gerais para a avaliação, a otimização e, em alguns casos, o redirecionamento dos programas de detecção de vazamentos não-visíveis.

As vazões encontradas deverão se aplicar ao período correspondente à vida útil de um vazamento, a ser considerado nestes estudos igual a 1 (um) ano, segundo orientações da Auditoria da Água propostas pela AWWA.

O volume total de perdas em vazamentos no período considerado deverá corresponder apenas aos vazamentos que foram efetivamente localizados e reparados. Este volume será por nós denominado Perdas em Vazamentos Descobertos.

A parcela de perdas correspondendo aos vazamentos ainda não localizados- e que continuam a proporcionar perdas de água - será obtida pela diferença entre o Volume Total das Perdas, calculado previamente, e o Volume Total de Perdas Identificadas.

Este valor resultante, obtido após a execução da Auditoria da Água, será por nós identificado como “Potencial de Vazamentos do Sistema”.

O valor do “Potencial de Vazamentos do Sistema”, expresso em L/s.km, deverá servir como indicador da necessidade ou não da intensificação e ou de mudanças no Programa de Detecção e Conserto de Vazamentos Não-Visíveis das UNs, assim como as demais conclusões do estudo.

3.1.3.12 Analisar os resultados e propor medidas corretivas:

Depois de efetuado o levantamento dos dados referentes a execução do balanço hídrico no local de estudo, estes são comparados e formatados de forma a ser possível identificar e quantificar as parcelas que serão analisadas.

Esta análise pode ser feita com o auxílio de programas ou planilhas computacionais que permitam a identificação e quantificação das diferentes parcelas de usos e perdas de água.

De acordo com os resultados apresentados, será possível verificar qual é a parcela de perda crítica, ou seja, a parcela de perda de água que possui maior valor volumétrico, responsável pelo maior índice de perdas de água do balanço hídrico efetuado.

Portanto, deve-se afirmar os tipos de perdas a que a concessionária local está sujeita, sendo esta aparente ou real, discriminando-a em seu foco e propondo assim as medidas corretivas.

3.1.4 Aplicação da Planilha para Cálculo do Balanço Hídrico – LNEC Versão 1.2 - 2005:

Como forma de representar os resultados finais do levantamento dos dados referentes à perda de água, são aplicadas as informações coletadas em uma planilha de Microsoft Excel, chamada Ficheiro para Cálculo do Balanço Hídrico.

Através desta planilha será possível visualizar os índices de usos e perdas no sistema de abastecimento e distribuição de água da US 75 da CORSAN, em Erechim.

Para isso são referenciados às informações requeridas pela planilha os seus conseqüentes graus de confiabilidade e exatidão, como é recomendado pela IWA pelo IRAR.

3.2 Materiais e equipamentos

Os materiais utilizados nesta pesquisa são resultado da escolha da metodologia utilizada, voltada bastante para análise, em escritório, dos dados coletados, muitas vezes, através da busca de informação nos bancos de dados da concessionária, considerando assim a área administrativa da concessionária. Quanto aos materiais referentes a pesquisa e formatação do relatório, cujo materiais utilizados, serão caracterizados como materiais de escritório e aos materiais utilizados na coleta de dados em pesquisa de campo, considerados a partir da área de infraestrutura da concessionária.

A princípio, a utilização será freqüente de materiais destinados a medição de vazões, tanto micromedidores como macromedidores da área de infraestrutura da concessionária, e a busca por informações demais materiais disponibilizados pela concessionária da CORSAN.

Quanto a área administrativa, considera-se a utilização do programa CAD-COM para o fornecimento de informações.

Aplicação da Planilha para Cálculo do Balanço Hídrico – LNEC Versão 1.2 – 2005 para discriminar as parcelas de usos e perdas de água referente ao Balanço Hídrico do local de estudo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Aplicação dos diferentes índices para avaliação de perdas na US 75 da CORSAN

Para introduzir a análise das perdas e usos de água nos sistema de distribuição e abastecimento local, é executada uma análise referente a aplicação de diferentes tipos de índices de perdas, verificando o que cada um indica.

Esta aplicação envolve os indicadores mais usuais nas concessionárias para controle das perdas. Os valores utilizados para a formatação destes dados não se encontram corrigidos pelo balanço hídrico por motivo de comparação com o resultado do mesmo.

A aplicação destes índices é feita com os dados coletados na Unidade de saneamento em estudo, no ano de 2004. São eles:

- Volume Disponibilizado em 2004 = 7.550.044 m³;
- Volume Micromedido Faturado 2004 = 3.482.538 m³;
- Volume Estimado Faturado em 2004 = 492.380 m³;
- Volume de Perdas Totais em 2004 = 3.575.126 m³;
-
- Número de Ramais do local em estudo = 21.134 ramais;
- Comprimento Total da Rede de Distribuição local = 280,51 km.

- **Aplicação do Indicador Percentual:** A aplicação deste indicador se processa através da substituição dos valores na Equação 1.

$$\begin{aligned} \text{Índice de Perdas} = \text{IP} &= \frac{\text{Volume de Perdas Totais} \times 100}{\text{Volume Disponibilizado}} \\ \text{Índice de Perdas} = \text{IP} &= \frac{3.575.126 \text{ m}^3 \times 100}{7.550.044 \text{ m}^3} \\ \text{Índice de Perdas} = \text{IP} &= 47,35 \quad (\%) \end{aligned}$$

O índice referente ao Indicador Percentual equivale a 47,35% do Volume Disponibilizado. Este valor é, de certa forma, expressivo, mas é importante lembrar que estes indicadores estão considerando apenas o Volume de Água Faturada pela concessionária, e não o volume de água consumido que não é medido e nem faturado. Em muitas vezes, este volume consumido e não quantificado se torna um valor considerável, principalmente em locais em que não exista 100% de micromedição – caso da US-75 – amenizando assim a relação entre o volume perdido e o disponibilizado.

- Índice de Perdas por Ramal: Este indicador é utilizado para aplicação em áreas urbanas (superior a 20 ramais/Km), e o Índice de Perdas por extensão de Rede é exatamente o oposto, sendo este indicado para áreas cuja relação entre o número de ramais e o comprimento da rede é inferior a 20.

A princípio é verificada a relação entre o número de ramais e o comprimento da rede de distribuição de água:

$$\begin{aligned} \frac{\text{N}^\circ \text{ de ramais}}{\text{Extensão da rede}} &= \frac{21.134 \text{ ramais}}{280,51 \text{ km}} \\ \frac{\text{N}^\circ \text{ de ramais}}{\text{Extensão da rede}} &= 75,34 \quad (\text{ramais/km}) \end{aligned}$$

Portanto, o indicador a ser utilizado será o Índice de Perdas por Ramal, cuja aplicação é efetuada através da Equação 2:

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IPR} = \frac{\text{Volume de Perdas Totais (ano)}}{\text{N}^\circ \text{ de ramais} \times 365}$$

$$\text{Índice de Perdas} = \text{IPR} = \frac{3.575.126 \text{ m}^3}{21.134 \text{ ramais} \times 365 \text{ dias}}$$

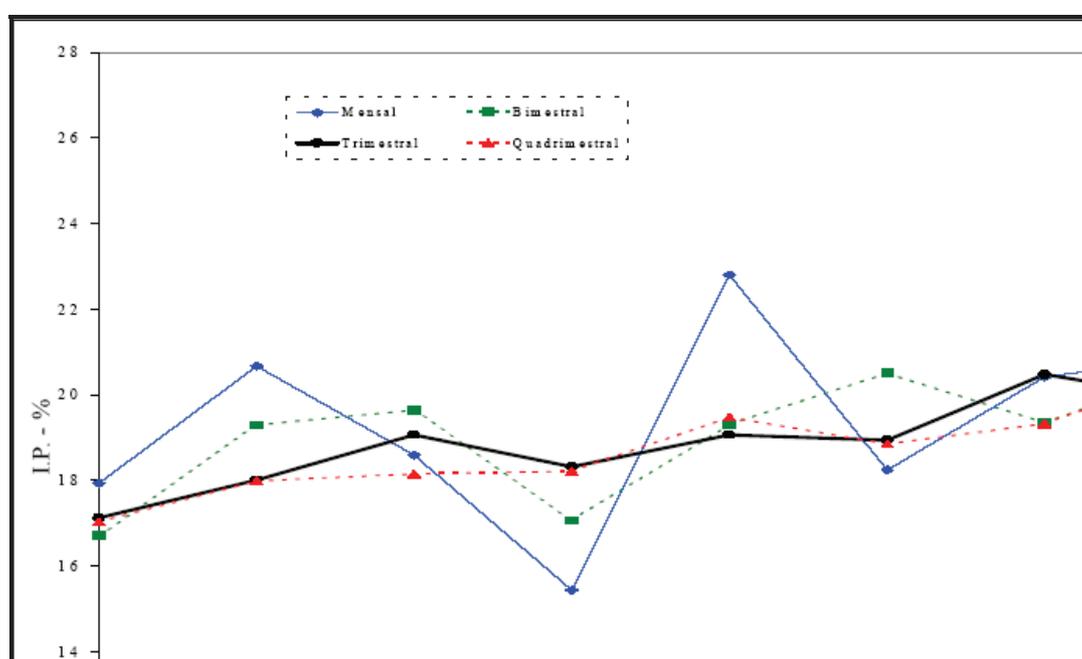
$$\text{Índice de Perdas} = \text{IPR} = 0,463 \quad (\text{m}^3/\text{ramal.dia})$$

Considerando que 1 m³ de água equivale a 1000 litros de água, este índice informa que são perdidos cerca de 463 litros de água por dia para cada ramal existente na rede da concessionária local, em que está sendo efetuado o estudo.

- Aplicação do método formulado por Gonçalves nos dados coletados da US-75.

Relacionado ao índice de perdas percentuais, Gonçalves (1998) afirma, embasado em trabalho de autoria própria realizado no Distrito Federal, que o comportamento do índice de perdas mensal demonstra oscilações de um mês para outro, sem que se tenha realizado qualquer intervenção no sistema que indicasse o aumento ou a redução das perdas. Observa-se que, durante o período de julho a setembro, houve uma grande variação no índice mensal, tal fato pode ser explicado, em parte, neste caso exclusivamente, pela alteração no sistema de leitura de hidrômetros da CAESB que resultou na não realização das leituras na maioria das localidades no período de julho a agosto, sendo faturado o consumo médio dos últimos meses. Como se trata de um período de consumo elevado no Distrito Federal em relação aos meses que foram utilizados para o cálculo do consumo médio, quando a situação referente à leitura de hidrômetros foi regularizada, o consumo medido de setembro foi muito elevado (incluindo as leituras referentes a julho e agosto, descontadas do consumo estimado para este período), e como o volume macromedido não acompanhou o volume consumido, o índice de perdas reduziu drasticamente. Observando a Figura 10, percebe-se que a utilização da média móvel trimestral amortece as distorções ocorridas no índice mensal. Porém, o uso de períodos longos na média móvel tende a eliminar as flutuações que naturalmente ocorrem nos sistemas. A média quadrimestral mostra essa tendência. Por outro lado, a média bimestral praticamente não reduz as

distorções mensais, uma vez que essas distorções muitas das vezes ocorrem em período superior a de dois meses. Assim, pelo menos no caso estudado, o uso da média móvel com período de 3 meses parece ser o mais adequado. A quantificação distinta das perdas físicas e não físicas possibilita uma avaliação prévia de quais são as atividades que resultarão em uma redução mais significativa de perdas, ou seja, realizar atividades de redução de perdas reais ou de perdas aparentes. A depender da distribuição percentual das perdas físicas e não físicas no total perdido, pode-se ter, por exemplo, em um dado sistema, uma grande predominância de perdas não físicas, o que direciona o controle de perdas para a realização de combate dessas perdas.



Fonte: Gonçalves

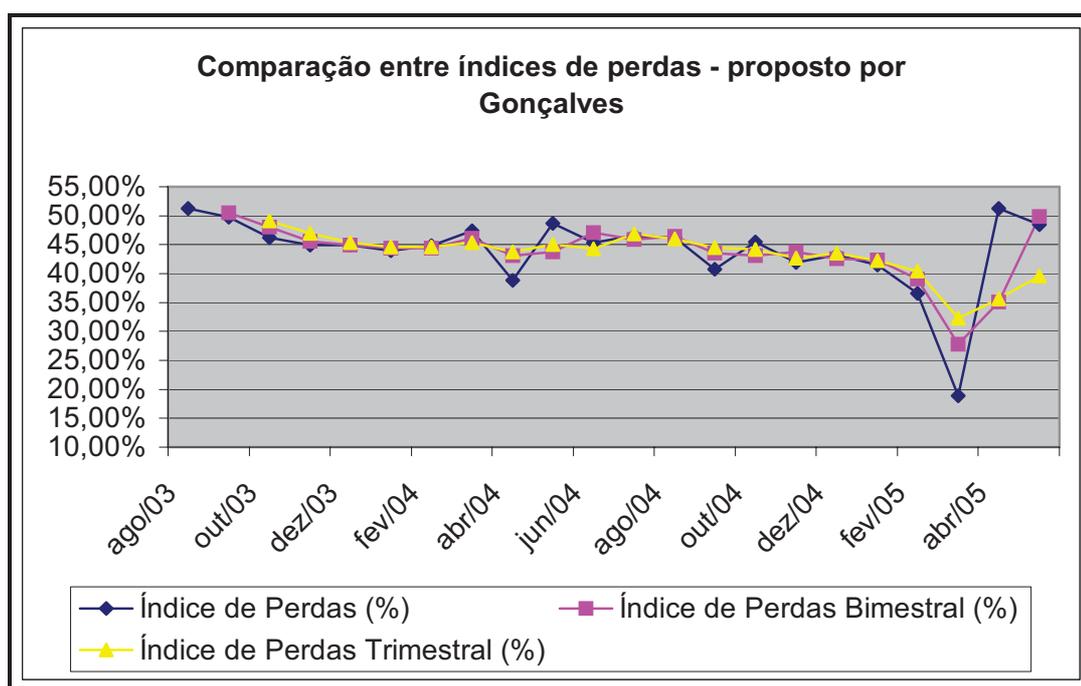
Figura 10: Comparação entre o Índice de Perdas Mensal e o calculado a partir das médias móveis bimestral, trimestral e quadrimestral – Valores do Distrito Federal.

Conforme este indicador percentual, nota-se que Gonçalves propõe uma análise diferente, relativa ao índice de perdas percentual. Este afirma que o indicador de perdas de água no sistema de abastecimento e distribuição está mais próximo do real, quando este é analisado de forma trimestral.

Quando aplicado tal método nos índices de perdas do município de Erechim, nota-se uma amenização nas curvas do gráfico relativo a comparação entre os índices (Figura 11).

Essa amenização, que segundo Gonçalves deve ocorrer, demonstra as perdas percentuais reais.

Mas no caso do município de Erechim, dada a existência de um racionamento no mês de março, esta análise passa a não ser válida. Pois ao analisar o gráfico, os meses posteriores a março apresentam um índice de perdas muito inferior ao normal, como se o racionamento ainda influenciando as perdas mensais, o que não seria verdade.



Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Figura 11 – Comparação entre índice de perdas proposto por Gonçalves.

Portanto, nos meses anteriores ao racionamento, o método de Gonçalves pode ser aplicado, mas o mesmo não deve ser quando ocorre uma redução tão brusca em um dos meses no índice de perdas, como ocorreu durante o racionamento.

4.2 Análise dos dados referentes aos indicadores de gestão

De acordo com os dados fornecidos pela US 75 da CORSAN, situada no município de Erechim, referentes aos indicadores de gestão geralmente utilizados, projetou-se gráficos para o entendimento visual e posterior interpretação dos mesmos, onde é feita uma análise

dos padrões iniciais e já medidos pela concessionária, que atualmente, a Unidade de Saneamento da CORSAN em Erechim utiliza o indicador de perdas percentual, de forma mensal, onde é efetuado o levantamento do Volume Produzido (em m³/mês), do Volume Produzido Unitário (em m³/economia, este variável no decorrer dos meses, conforme ao número de economias atendidas pela unidade local), o Volume Medido Corrigido (em m³/mês, correção efetuada através de metodologia de correção proposta pela Unidade), o Volume Medido Corrigido Unitário (em m³/economia, este também variável no decorrer dos meses, conforme o número de economias atendidas pela unidade local), o Volume Estimado (em m³/mês, valor, como nomeado, que é estimado pela unidade). para os usos de água não hidrometrados, estes de grande relevância, (como é mostrado nas tabelas a seguir), o Volume Total Estimado (em m³/ mês, representa a soma entre os volumes medidos e estimados), e o Índice de Perdas (em %, que significa a diferença em percentual do volume produzido e do volume total estimado). A metodologia de levantamento de dados demonstrada está resumida nas Tabelas de 3 a 6, revelando os dados entre os meses de agosto de 2003 e maio de 2005.

	Ago/03	Set/03	Out/03	Nov/03	Dez/03
Volume Produzido (m ³ /mês)	663041	654189	645390	621305	632040
Volume Produzido Unitário (m ³ /econ)	21,58	21,23	20,90	20,14	20,53
Volume Medido (m ³ /mês)	233006	236661	280432	276609	281048
Volume Medido Unitário (m ³ /econ)	10,53	10,66	11,24	11,08	11,30
Volume Estimado (m ³ /mês)	90494	91878	66597	65305	66975
Volume Total Estimado (m ³ /mês)	323500	328539	347029	341914	348023
Índice de Perdas (%)	51,21	49,79	46,23	44,99	44,96

Fonte: CORSAN – US 75

Tabela 3: Relatório de Volumes Medidos/Produzidos 2003-2, CORSAN US75.

	Jan/04	Fev/04	Mar/04	Abr/04	Mai/04	Jun/04
Volume Produzido (m ³ /mês)	646665	624928	664887	623534	635144	608179
Volume Produzido Unit (m ³ /econ)	20,96	20,23	21,50	20,13	20,47	19,58
Volume Medido (m ³ /mês)	289313	277060	280584	309062	264972	269848
Volume Medido Unit (m ³ /econ)	11,27	10,75	10,89	11,97	10,16	10,32
Volume Estimado (m ³ /mês)	73308	67629	68975	72284	60910	62498
Volume Total Estimado (m ³ /mês)	362621	344689	349559	381346	325882	332346
Índice de Perdas (%)	43,95	44,84	47,45	38,85	48,71	45,36

Fonte: CORSAN – US 75

Tabela 14: Relatório de Volumes Medidos/Produzidos 2004-1, CORSAN US75.

	Jul/04	Ago/04	Set/04	Out/04	Nov/04	Dez/04
Volume Produzido (m ³ /mês)	606101	628003	606662	629557	622201	654183
Volume Produzido Unit (m ³ /econ)	19,50	20,17	19,45	20,11	19,86	20,85
Volume Medido (m ³ /mês)	263554	275389	295185	281771	296685	304974
Volume Medido Unit (m ³ /econ)	10,06	10,48	11,18	10,65	11,49	11,49
Volume Estimado (m ³ /mês)	60733	62134	64097	61343	64706	66647
Volume Total Estimado (m ³ /mês)	324287	337523	359282	343114	361391	371621
Índice de Perdas (%)	46,52	46,26	40,78	45,50	41,95	43,22

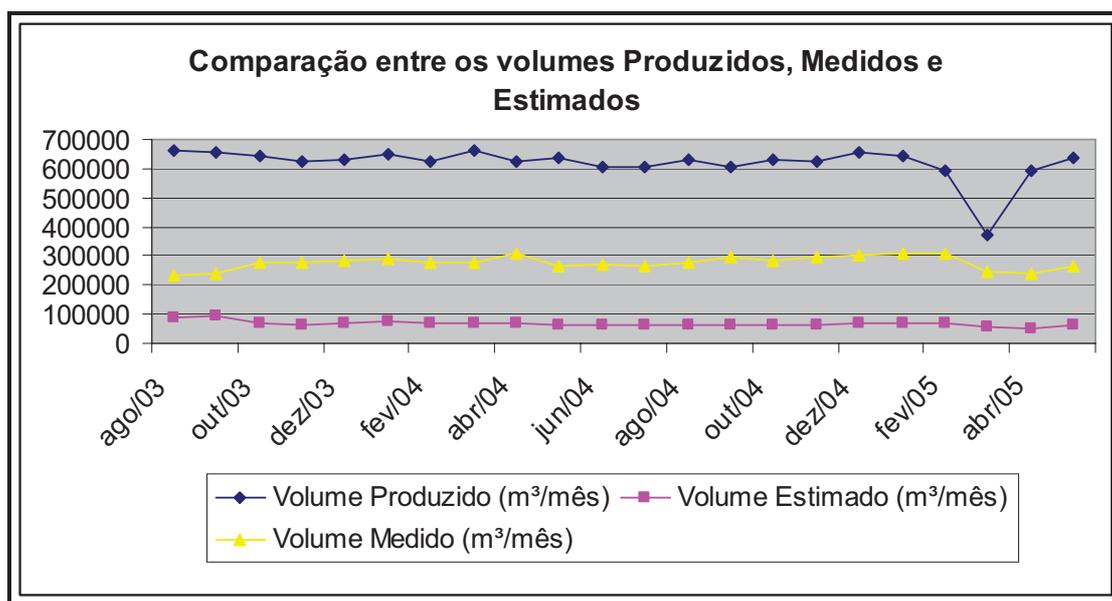
Fonte: CORSAN – US 75

Tabela 15: Relatório de Volumes Medidos/Produzidos 2004-2, CORSAN US75

	Jan/05	Fev/05	Mar/05	Abr/05	Mai/05
Volume Produzido (m ³ /mês)	645346	592740	371606	594032	636980
Volume Produzido Unitário (m ³ /econ)	20,51	18,81	11,78	18,85	20,12
Volume Medido (m ³ /mês)	308233	307021	247461	237641	267966
Volume Medido Unitário (m ³ /econ)	12,00	11,93	9,55	9,18	10,37
Volume Estimado (m ³ /mês)	69264	69003	53776	51821	60446
Volume Total Estimado (m ³ /mês)	377497	376024	301237	289462	328412
Índice de Perdas (%)	41,50	36,58	18,94	51,30	48,46

Fonte: CORSAN – US 75

Tabela 16: Relatório de Volumes Medidos/Produzidos 2005-1, CORSAN US75.



Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

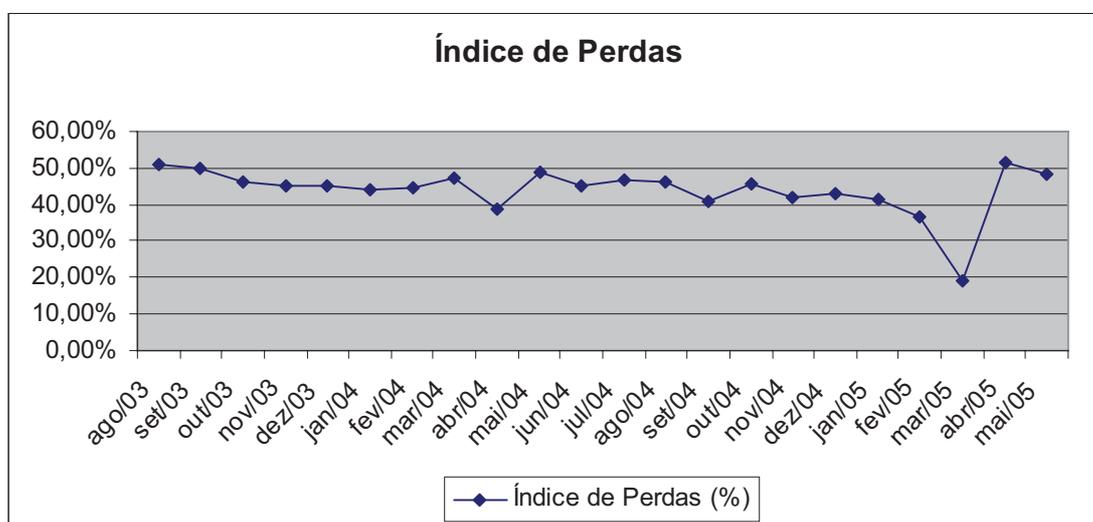
Figura 12 – Comparação entre os volumes produzidos, medidos e estimados.

Sobre a comparação entre os volumes produzidos, medidos e estimados, demonstrado na Figura 12, sabe-se que a diferença entre o volume produzido, pela soma dos volumes medidos e estimados, tem-se o volume não contabilizado de água. Nota-se no gráfico que apenas o volume produzido sofre um grande decréscimo de volume no mês de março, enquanto os demais volumes mantêm-se estáveis, apenas com um leve decréscimo. Para entender o que ocorreu, verifica-se o gráfico da Figura 13. Neste gráfico tem-se demonstrado os índices de perdas, que neste caso é representado por toda a água não faturada, o que, nos termos atuais, não significa que sejam em sua totalidade, perdas de água.

Nota-se, neste gráfico, o alto índice de perdas resultantes da Unidade de Saneamento 75, girando em torno de quarenta a cinquenta por cento de perdas. Mas o ponto mais interessante deste gráfico, fica relacionado, novamente, ao mês de março. O índice de perdas deste mês é extremamente inferior ao demais meses. Como o índice de perdas está relacionado percentualmente com o volume produzido, a explicação para este fato não significa que o índice de perdas é menor, pois neste mês foi produzido menor volume de água.

O que aconteceu neste caso é resultado da escassez de água durante este mês no município. Apesar da existência de racionamento, vários locais do município, principalmente os locais fora do centro, permaneceram durante muito tempo com pouco fornecimento de água. Nos demais locais, onde o acesso de água neste período foi mais freqüente, coincidentemente era os locais com micromedicação, o que explica o leve decréscimo do volume medido.

Em resumo, o índice foi muito inferior, pois o volume produzido reduzido deste mês de março, em grande parte pode ser medido ou estimado, o que não ocorre em outros meses do ano.



Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Figura 13 – Gráfico relativo aos índices de perdas percentuais da concessionária local.

4.3 Confeção do balanço hídrico do estudo de caso proposto

O balanço hídrico executado seguiu os passos propostos pela metodologia indicada, e procurou avaliar também os graus de confiabilidade e exatidão, como indicados no item 2.2.4, que posteriormente serão utilizados na formatação da Planilha para Cálculo do Balanço Hídrico, possibilitando a análise dos usos e perdas de água.

Em decorrência a estudos e pesquisas efetuadas em Portugal, através do Laboratório de Pesquisas LNEC, foi gerada um planilha para aplicação em balanços hídricos, com o

propósito de fornecer informações referentes às diferentes parcelas de perdas e usos existentes no sistema de abastecimento e distribuição em estudo.

Esta planilha tem como base de funcionamento o software Excel, da fabricante Microsoft, este necessário na aplicação da mesma.

Considerando que a aplicação desta planilha é um dos objetivos da pesquisa, pois fornece as informações necessárias para a escolha e aplicação de um sistema para controle de perdas adaptado a Unidade Operacional em estudo, procede-se a caracterização do sistema.

4.3.1 Passo 0: Definição do sistema no qual foi efetuado o balanço hídrico e respectivas datas de referencia.

O balanço hídrico, como estudo de caso proposto, foi efetuado na Unidade Sanitária 75 da concessionária CORSAN, responsável pelo abastecimento e distribuição de água no município de Erechim.

A unidade é responsável pelo atendimento a cerca de noventa e oito mil habitantes, e a capacidade do seu sistema de abastecimento é de 1.260 litros por segundo, com uma produção global de 39.735.360 metros cúbicos por ano. O sistema é basicamente formado por uma barragem de captação (com capacidade com 790.000 metros cúbicos), cerca de 280 quilômetros de redes de distribuição e 11 centros de reservação de água, que totalizam 7600 metros cúbicos. Este sistema abastece o correspondente a 20.624 ramais que atendem a 30.935 economias.

A aplicação da planilha para cálculo do balanço é ilustrada na Tabelas 7 e 8, indicando os dados gerais e complementares, respectivamente, do sistema de distribuição e abastecimento em análise.

Dados gerais sobre o sistema a que se refere o balanço hídrico	
Designação da entidade gestora	CORSAN
Designação da unidade operacional	US 75
Nome do responsável pelo balanço hídrico	Gleison Henrique da Silva
E-mail do responsável pelo balanço hídrico	gleisonhs@yahoo.com.br
Designação do sistema ou subsistema	Sistema de abastecimento de água de Corsan Erechim
Período a que se refere o cálculo:	Janeiro 2004 - Dezembro 2004

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 7 – Dados gerais para aplicação do balanço hídrico.

Dados complementares do balanço hídrico necessários ao cálculo dos indicadores de perdas				
	Valor	Unidade	Confiabilidade	Exatidão
Comprimento total da rede	281	km	***	0-5%
Número total de ramais	21134	(n.º)	***	0-5%
Altura piezométrica média de serviço	30	m c.a.	**	6-20%
Água bruta exportada	0	m ³	***	0-5%
Comprimento médio dos ramais prediais	5	m	**	21-50%
Duração do período a que se refere o balanço hídrico	365	dias	***	0-5%
Tempo de pressurização do sistema	24	horas/dia	***	0-5%
Tarifa média para consumidores diretos	2,30	R\$/m ³	**	0-5%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 8 – Dados complementares para aplicação do balanço hídrico.

4.3.2 Passo 1: Volume de água que entra no sistema

Este sistema caracteriza-se apenas pela captação da água bruta como fonte de entrada de água, sendo nulo o abastecimento por outros meios.

- Quantificação do volume entregue pela concessionária, representado pelo volume indicado pelos macromedidores;

É importante salientar que para executar um levantamento de dados para a composição de usos e perdas de água, é imprescindível que exista uma correta quantificação do volume de água que inicia o sistema de distribuição e abastecimento da concessionária local, pois este será o ponto inicial do trabalho proposto.

Sendo assim, verificando na central de dados da Unidade da CORSAN, é coletado os dados referentes a vazão macromedida, do local de abastecimento em pesquisa. Como se trata de um município que pode ser considerado de pequeno a médio porte, em função de sua população, é usual que a concessionária de distribuição de água possua apenas uma central de macromedição. Sendo assim, seguindo a verificação da existência de pontos ausentes de macromedição, estes são considerados ausentes, permitindo assim, a seqüência do trabalho.

A quantificação do volume produzido, parte da utilização da tabela para coleta de dados, indicada na Tabela 9, na qual segue-se a anotação do volume de água que passou pela estação de macromedição, caracterizada pela associação de volume por um período de tempo (considerado o período de pesquisa para a composição dos usos e perdas).

Mês	CORSAN US 75 - Erechim (m³/mês)
Agosto 2003	663041
Setembro 2003	654189
Outubro 2003	645390
Novembro 2003	621305
Dezembro 2003	632040
Janeiro 2004	646665
Fevereiro 2004	624928
Março 2004	664887
Abril 2004	623534
Mai 2004	635144
Junho 2004	608179
Julho 2004	606101
Agosto 2004	628003
Setembro 2004	606662
Outubro 2004	629557
Novembro 2004	622201
Dezembro 2004	654183
Janeiro 2005	645346
Fevereiro 2005	592740
Março 2005	371606
Abril 2005	594032
Mai 2005	636980
Total do período de estudo – 2004	7550044

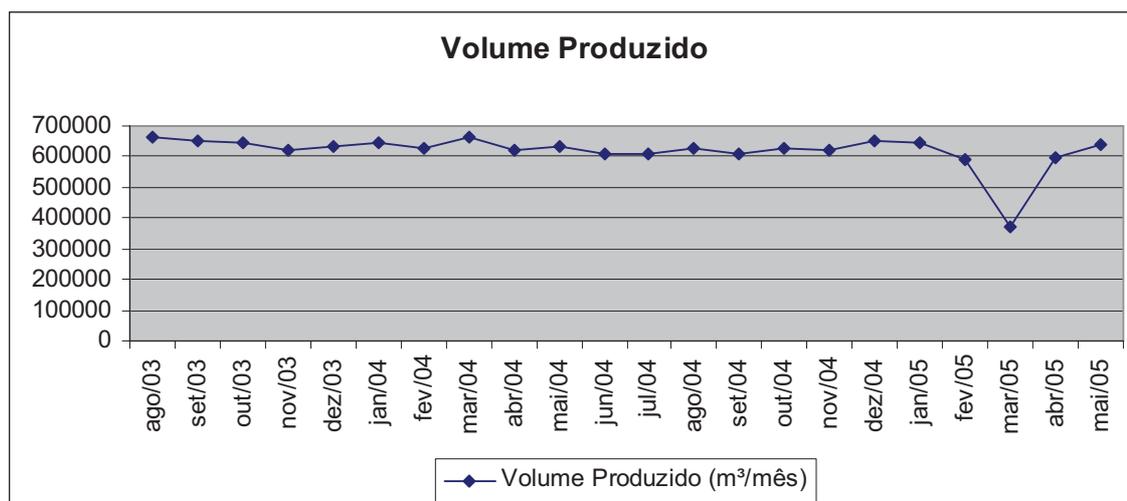
Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 9 – Coleta de dados sobre o Volume produzido pela unidade no período Agosto/03 a Maio/05.

Na Tabela 3, é possível analisar que o mais alto pico de produção na região encontra-se no mês de março de 2004, exatamente o mesmo mês de racionamento do ano seguinte, o

que de certa maneira demonstra que a situação provocada pelo racionamento não foi agradável, e foi agravada por ser uma época de grande utilização de água pelo município.

Formatando os dados coletados, de forma a estes compilarem um gráfico, é possível analisar o gráfico referente ao volume produzido pela concessionária da CORSAN situada em Erechim (Figura 14), nota-se que não existe uma grande variação na produção desde agosto de 2003, com exceção do período compreendido entre fevereiro e abril de 2005. Essa diminuição do volume produzido, principalmente no mês de março de 2005, é conseqüência da estiagem que atingiu a região de abrangência da unidade local, obrigando a adoção de um regime de racionamento de água, que resultou numa redução abrupta do volume em questão. É visível neste gráfico que os picos de consumo, tanto altos como baixos assemelham-se no decorrer do tempo, com exceção, é claro, do período em racionamento.



Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Figura 14 –Volume produzido pela unidade no período Agosto/03 a Maio/05

Além disso, podemos destacar os meses de Agosto, Dezembro-Janeiro e Maio como meses em que ocorre um leve acréscimo na produção.

Na coleta de dados é possível verificar a quantidade volume medido corrigido ou não, mas que depende também do grau de confiabilidade e exatidão a que está sujeito o processo. Este processo por ter seu sistema detalhado e com um rígido processo de

acompanhamento, permitindo uma quantificação de valores muito próxima ao real, dado o ponto de vista da quantidade de macromedidores e a sua necessidade ou não de calibração, considera-se que, conforme as características deste processo, tem-se:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

0 – 5% : Melhor ou igual a $\pm 5\%$

devido a execução e acompanhamento da planilha de levantamento de dados, bem como a correta informação fornecida pelos macromedidores;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados em análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.**

Devida a aplicação da metodologia utilizada para a quantificação do Volume Macromedido.

A água que entrou no sistema durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 7.550.044 metros cúbicos.

Baseado na coleta dos dados feita, e especificada, anteriormente, segue-se com a caracterização da entrada de água no sistema, conforme a Tabela 10.

Cálculo da água entrada no sistema				
	Valor	Unidade	Confiabilidade	Exatidão
Água captada	7550044	m ³ /ano	***	0-5%
Água importada faturada por terceiros	0	m ³ /ano	***	0-5%
Água importada não faturada por terceiros	0	m ³ /ano	***	0-5%
Água entrada no sistema	7550044	m ³ /ano		0-5%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 10 – Entrada de água no sistema.

4.3.3 Passo 2a: Determinando o consumo medido faturado.

Este sistema caracteriza-se apenas pela distribuição direta medida, para aproximadamente 84% das economias existente, inexistindo portanto, a exportação de água para outros locais ou concessionárias.

- Quantificação do volume entregue pela concessionária, representado pelo volume indicado pelos micromedidores;

Para caracterizar as perdas decorrentes da micromedição, mais diretamente, pela ocorrência de erros na coleta de informações ou medições referentes aos hidrômetros, buscou-se a análise já existente sobre os erros e correções em questão, que possam fornecer as informações necessárias para a indicação coerente dos usos e perdas de água no sistema de distribuição e abastecimento local.

A Tabela 11 apresenta:

Mês	VMAnc (m³)
Agosto 2003	233006
Setembro 2003	236661
Outubro 2003	280432
Novembro 2003	276609
Dezembro 2003	281048
Janeiro 2004	299034
Fevereiro 2004	285037
Março 2004	287774
Abril 2004	317270
Mai 2004	269796
Junho 2004	276291
Julho 2004	267861
Agosto 2004	280635
Setembro 2004	299139
Outubro 2004	286865
Novembro 2004	303613
Dezembro 2004	309223
Janeiro 2005	308233
Fevereiro 2005	307021
Março 2005	247461
Abril 2005	237641
Mai 2005	267966
Total do período de estudo - 2004	3.482.538

Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 11 – Tabela de volume medido autorizado não corrigido.

Verificando na Tabela 11, teremos o volume medido autorizado não corrigido de:

$$\text{VMAnc} = 3.482.538 \text{ m}^3 \text{ ao ano}$$

No momento as informações são dadas através de um:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devido a execução e acompanhamento da planilha de levantamento de dados, para coleta dos volumes micromedidos autorizados.

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

*** : Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.**

Devida a metodologia utilizada para a quantificação do Volume Micromedido Autorizado.

O volume micromedido faturado, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 3.482.538 metros cúbicos.

É importante salientar que neste estudo de caso, especificamente, de acordo com o método de trabalho de distribuição e abastecimento da empresa CORSAN, a utilização de água efetuada por órgãos públicos, tanto municipais, estaduais ou federais representa um consumo medido e faturado, ou seja, não será considerado futuramente como uma parcela de perdas aparente.

4.3.4 Passo 2b: Determinando o consumo não-medido faturado.

O consumo não medido faturado corresponde a 16% das economias abastecidas pela US 75 que não possuem micromedidores. Demais utilizações, principalmente por órgão públicos, como regas de jardins e canteiros ou lavagem de ruas e calçadas, não fazem parte do consumo não medido faturado, pois para estas situações é utilizada água medida faturada dos órgãos públicos ou provenientes de poços artesianos ou superficiais.

Para estas economias, foi estimado pela concessionária um consumo mensal identificado na Tabela 12:

Mês	US 75 CORSAN - Erechim
	Consumo Estimado (m ³)
Janeiro 2004	43470
Fevereiro 2004	43020
Maço 2004	43190
Abril 2004	41430
Mai 2004	40960
Junho 2004	40660
Julho 2004	40640
Agosto 2004	39940
Setembro 2004	39350
Outubro 2004	39850
Novembro 2004	39850
Dezembro 2004	40020
TOTAL	492380

Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 12 – Tabela de volume estimado autorizado não corrigido

Caracterizada as informações com:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume não medido e faturado pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devido a estimativa estipulada pela concessionária, como forma de controle do consumo das economias não micromedidas.

- Grau de confiabilidade das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

*** : Dados baseados em estimativas.**

Devida a metodologia utilizada pela concessionária local para estimar os valores referentes.

O volume não-medido faturado, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 492.388 metros cúbicos.

Na Tabela 13, discrimina-se o consumo faturado medido conforme indicado na planilha para cálculo do balanço hídrico, destacado em consumo pela distribuição direta e outros consumos faturados não medidos.

Cálculo do consumo faturado medido e total				
	Valor	Unidade	confiabilidade	exatidão
Distribuição direta	3482538	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo doméstico	2834067	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo de comércio e de serviços	433997	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo público	135657	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo industrial	78817	m ³ /ano	**	0-5%
Outros consumos faturados não medidos	492380	m ³ /ano	*	21-50%
Consumo estimado	492380	m ³ /ano	*	21-50%
Consumo faturado total	3974918	m ³ /ano		2-7%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 13 – Consumo faturado medido e total.

4.3.5 Passo 3: Volume de água não faturada

O volume de água não faturada é resultado da diferença entre os volumes de água que entra no sistema e o volume água faturada, conforme a aplicação da Equação 7.

$$\text{VNF} = \text{VMC} - \text{VF} \quad (\text{m}^3) \quad (7)$$

$$\text{VNF} = 7.550.044 - (3.482.538 + 492.380) \quad (\text{m}^3)$$

$$\text{VNF} = 3.575.126 \quad (\text{m}^3)$$

O volume de água não faturado, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 3.575.126 metros cúbicos.

4.3.6 Passo 4: Determinação do consumo autorizado não faturado.

O estudo de caso efetuado, engloba o consumo autorizado não faturado de água o uso efetuado pela própria unidade de saneamento, a água utilizada no combate a incêndios. A doação de água para consumo doméstico, comercial, industrial e, principalmente, para uso público não está relacionada à inexistência desta ação por parte da concessionária local.

- Quantificação do volume dos usos autorizados não medidos, composto pela soma dos volumes utilizados

- Nas instalações administrativas;

As instalações administrativas locais estão desprovidas do uso de um sistema de micromedição local, impossibilitando assim, quantificar de forma direta o consumo dessas instalações.

Então, caracteriza-se este consumo como um uso de água autorizado, mas não medido. Nas características atuais da quantificação de índice de perdas adotado, esta parcela referente ao consumo das instalações administrativas é considerada como água perdida.

A quantificação do volume referente ao consumo administrativo segue o seguinte padrão:

- O número de pessoas que se utilizam de cada instalação, em bases diárias ou mensais: 41 funcionários.

- as instalações hidráulicas existentes: 30.

- o período de utilização diário: 8 horas diárias.

- a forma de utilização: higiene pessoal

- a importância e a frequência de utilização: freqüente.

O consumo *per capita* nestas instalações locais deverá ser muito próximo ao consumo *per capita* nas instalações da Unidade de Saneamento da cidade de Passo Fundo, este que é um município vizinho ao município de Erechim, com algumas características como o clima e a estrutura de trabalho muito parecido.

Considerando a existência de um estudo referente ao consumo nas instalações administrativas do município de Passo Fundo, onde se localiza a Superintendência da Região do planalto Médio do Rio Grande do Sul, este será consultado para revelar uma noção do consumo per capita na US 75 de Erechim.

Sendo que o consumo no município de Passo Fundo é de aproximadamente 0,5 m³ por funcionário, o resultado referente ao município de Erechim resulta da aplicação da Equação 8:

$$VE_{ia} = VC_{pf} \times nF \quad (m^3/mês) \quad (8)$$

$$VE_{ia} = 0,5 \times 41 \quad (m^3/mês)$$

$$VE_{ia} = 20,5 \quad (m^3/mês)$$

Onde:

VE_{ia} = Volume Estimado nas Instalações Administrativas.

VC_{pf} = Volume Consumido por Funcionário.

nF = Número de Funcionários.

Tem-se então:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:
5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.
 devido a utilização de dados adaptados de uma pesquisa paralela, que mesmo tendo os mesmos objetivos, não deve ser considerada com total exatidão;
- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:
**** : Dados baseados análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.**

Devida a metodologia utilizada para a quantificação do Volume Consumido nas Instalações Administrativas da US referente ao município de Passo Fundo.

- Na lavagem dos reservatórios:

Neste caso propriamente dito, ocorreu a falta de históricos, sendo assim, os volumes totais utilizados em lavagens devem ser obtidos por meio de estimativas, seguindo assim:

- a) Levantamento do número de reservatórios existentes no local em estudo;
- b) Caracterizar os reservatórios em estudo, conforme suas dimensões cadastrais, volumes úteis totais e a periodicidade entre as lavagens (quantas vezes foram efetuadas as lavagens do reservatório durante o período de estudo).
- c) Estimativa dos volumes necessários para efetuar o procedimento de lavagem. Para isso deve-se conhecer o conjunto de atividades que envolvem a lavagem de cada um dos reservatórios, caso haja diferença de manutenção entre eles. Essas variações ocorrem devido a fatores como:
 - procedimentos e técnicas utilizadas;
 - a periodicidade adotada entre as limpezas;
 - tempo disponível para as limpezas;
 - as condições locais de operação do sistema de distribuição;
 - volumes envolvidos.

A US 75 da CORSAN em Erechim não possui um relatório de volume de água que é gasto para fazer a limpeza dos reservatórios, portanto, seguindo a metodologia proposta, deve-se caracterizar os locais destinados a reservação de água, para distribuição e abastecimento do município.

Quanto ao número de reservatórios existentes no local de estudo, são quantificados em 11 reservatórios, conforme mostra a Tabela 14:

Localização	N° de reservatórios	Tipo	Capacidade (m³)	Lavagem (m³)
ETA 1	1	Elevado	250	22,5
	1	Semi-enterrado	2000	40
	1	Enterrado	1500	35
ETA 2	1	Elevado	250	22,5
	1	Semi-enterrado	1000	30
Rua Portugal	1	Elevado	250	22,5
Rua Polônia	1	Semi-elevado	1500	35
Rua Soledade	1	Elevado	100	21
Rua Belo Cardoso	1	Elevado	500	25
Bairro Jabuticabal	1	Elevado	50	20,5
Bairro Progresso	1	Apoiado	200	22
Total	11		7600	296

Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 14 – Tabela de volume utilizado na lavagem dos reservatórios da US 75

A lavagem dos reservatórios é executada por meio de jateamento manual de água sobre a superfície, retirando assim a sujeira e impurezas localizadas estes ambientes. Quando não é possível efetuar o jateamento, a lavagem é executada com a limpeza convencional por funcionários da CORSAN.

Para a limpeza dos reservatórios é utilizado um volume de aproximadamente 20 m³ de água por reservatório, mais a adição do volume de uma lâmina de água.

Para facilitar a limpeza, que é executada por funcionários da CORSAN, tornando-a mais dinâmica ela é feita na estação de verão, cujas temperaturas são mais elevadas e o clima ensolarado é propício para um rendimento melhor do serviço.

A limpeza é executada com uma periodicidade de cerca de uma vez por ano, ou seja, a limpeza dos reservatórios é anual.

Deve-se considerar também a quantidade de água utilizada para efetuar a limpeza dos floculadores e decantadores, presentes nas duas Estações de Tratamento da US 75. Neste procedimento é consumido aproximadamente 34550 m³ de água, mas é importante citar que o consumo de água na limpeza dos decantadores da ETA 2 representa um volume igual a 2000 m³ de água, mas devida a existência de leitos de secagem, existe o aproveitamento de cerca de 50% da água.

Localização	Tipo	Periodicidade	Consumo (m ³)
ETA 1	Decantadores	Mensal	2500
	Floculadores	Anual	300
ETA 2	Decantadores	Trimestral	1000
	Floculadores	Anual	250
Total Anual			34550

Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 15 – Tabela de volume utilizado na lavagem dos decantadores e floculadores

Tem-se então:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devido a utilização de dados coletados através da análise da limpeza, sem a possibilidade de verificar exatamente o consumo de água utilizado;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

*** : Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.**

- No treinamento e combate a incêndio;

Para sua quantificação, foi contatada a unidade do Corpo de Bombeiros localizada na área onde está sendo realizado o diagnóstico do Balanço Hídrico, buscando-se conhecer os procedimentos utilizados nessas atividades.

Esta categoria se refere a um dos únicos volumes de água não-medidos de uso para atendimento ao público que não é faturado pela concessionária local. Sendo assim, este volume, numa análise preliminar é caracterizado como uma perda de água, já que em nenhum momento este volume é medido e nem faturado.

Para sua quantificação, é contatada a unidade do Corpo de Bombeiros localizada na área de abrangência do estudo, recebendo a informação de que a média mensal de consumo é de 30 m³ ao mês, mas é prevista a verificação dos dados detalhados frente à concessionária local.

É importante considerar que o volume não possui grande expressividade anual, por tratar-se do local de estudo, um município de população aproximada a 90 mil habitantes, que no ano de 2004 não enfrentou graves problemas referentes a necessidade de consumo expressivo de água. Também influencia no valor final, o fato de que os treinamentos executados pelo Corpo de Bombeiros são executados com a ausência de água.

É verificado o consumo de acordo com a Tabela 16.

Mês	Volume consumido no combate ao incêndio (m³/mês).
Janeiro 2004	30
Fevereiro 2004	30
Março 2004	30
Abril 2004	30
Mai 2004	30
Junho 2004	30
Julho 2004	30
Agosto 2004	30
Setembro 2004	30
Outubro 2004	30
Novembro 2004	30
Dezembro 2004	30
Total do período de estudo	360

Fonte: Adaptado de dados da US 75 da CORSAN.

Tabela 16 – Tabela de coleta de dados referentes ao volume utilizado para combate ao incêndio.

Volume utilizado para combate ao incêndio = 360 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:
5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.
 Devida a necessidade de verificação dos dados com a concessionária local, podendo assim, ocorrer a modificação de valores.

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:
*** : Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.**

Como existe a necessidade de verificação de valores, estes estão fortemente baseados no momento em uma estimativa fornecida pelo Corpo de Bombeiros local.

- Em suprimentos de emergência:

No local em estudo, que abrange o município de Erechim, a utilização de suprimentos de emergência devido ao desabastecimento local por um período superior a 24 horas não tem periodicidade definida pelo clima ou estação do ano. A necessidade deste tipo de suprimento não é usual no município.

O fato da necessidade de suprimento de emergência ter ocorrido no local em estudo no mês de março de 2005, foi um dos motivos pelo qual optou-se a realizar o Balanço Hídrico no período de janeiro a dezembro de 2004, evitando assim, discrepâncias no resultado final. Pois este volume utilizado durante o mês de março pode ser relevante no resultado, e sendo este caracterizado uma exceção que ocorreu no período, não seria correto avaliá-lo como uma atividade de periodicidade normal.

Sendo assim, durante o período em estudo, no ano de 2004, não houve necessidade de abastecimento com suprimento de emergência no município, considerando zerado o valor de volume utilizado para esta função.

Volume utilizado para Suprimento de Emergência = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a \pm 5%

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Para suprimento social: utilização em favelas e áreas invadidas;

No número total de economias, estão incluídas todas as habitações localizadas dentro da área invadida ou favela selecionada que são abastecidas de água, mesmo as não-cadastradas na US 75 da CORSAN.

Este item não pôde ser considerado na pesquisa, mesmo que possivelmente ele tenha ocorrido, pelo fato de que não existem informações que possam ser consideráveis para este trabalho, pois não ocorreu nenhum tipo de notificação quanto a ocorrência de assentamentos ilegais no município durante o período de estudo.

Volume utilizado para Suprimento Social = 0 m³/ano

Neste item, não será considerado o grau de exatidão e nem de confiabilidade, pois é de conhecimento a existência da utilização de algum volume para determinado fim, mas que não foi possível ser avaliado devida a inexistência das informações necessárias para fazê-lo.

- Nos usos em canteiros de obras públicas;

No período de janeiro a dezembro de 2004 inexistiu a presença de canteiros de obras públicas que se enquadra neste tipo de consumo. As obras públicas que ocorreram neste período estão relacionadas ao abastecimento de instalações públicas, através da ligação provisória de água, esta então, considerada medida e faturada.

Volume utilizado em canteiro de obras públicas = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a $\pm 5\%$

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

**** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Na limpeza de ruas:

No local em estudo, a limpeza das ruas é feita com água proveniente das instalações dos órgãos públicos ou com água proveniente de fontes alternativas à disponibilizada pelo sistema de distribuição e abastecimento, como por exemplo, de poços artesianos ou superficiais.

Conseqüentemente:

Volume utilizado para limpeza de rua = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a $\pm 5\%$

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- No abastecimento de instalações públicas.

Os órgãos públicos locais, em sua maioria, possuem seu consumo de água medido e faturado pela concessionária responsável. Exceções como instalações decorativas e áreas paisagísticas possuem como procedência a água de fontes alternativas, como ocorre com a água utilizada na lavagem de ruas. Portanto, não podemos considerar o seu volume como consumo de água autorizado não medido.

Sendo assim:

Volume utilizado para abastecimento de instalações públicas = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a \pm 5%

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de necessidade na utilização do volume correspondente;

Portanto, a partir da aplicação da Equação 13, referente ao somatório das diferentes parcelas de consumo autorizado não medidos, tem-se:

$$VNA = \sum VNA_i \quad (m^3) \quad (13)$$

$$VNA = 360 + 34.550 + 296 + 246 \quad (m^3)$$

$$VNA = 35.452 \quad (m^3)$$

O consumo autorizado não faturado total para a Unidade de Saneamento 75 da CORSAN é o resultado da quantificação de todos os volumes com essa característica. Sendo assim, o consumo autorizado não faturado, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 35.452 metros cúbicos.

Cálculo do consumo autorizado não faturado				
	Valor	Unidade	confiabilidade	exatidão
Distribuição direta	360	m ³ /ano		6-20%
Consumo público	0	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo próprio da entidade (medido)	0	m ³ /ano	**	0-5%
Combate a incêndio	360	m ³ /ano	**	6-20%
Água exportada	0	m ³ /ano	*	0-5%
Para outros sistemas da mesma entidade	0	m ³ /ano	***	0-5%
Para sistemas de outra entidade gestora	0	m ³ /ano	***	0-5%
Consumo autorizado não faturado medido	360	m ³ /ano		6-20%
Consumo para rega de espaços verdes	0	m ³ /ano	***	0-5%
Consumo para lavagem de ruas	0	m ³ /ano	**	0-5%
Consumo próprio da entidade	35092	m ³ /ano		0-5%
Consumo para lavagem da infraestrutura	34846	m ³ /ano	**	20-51%
Consumo nas instalações e espaços verdes	20,5	m ³ /mês	*	51-100%
Consumo autorizado não faturado e não medido	35092	m ³ /ano		0-5%
Consumo autorizado não faturado	35452	m ³ /ano		5-19%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 17 – Consumo autorizado não faturado.

Com a aplicação da planilha para cálculo do balanço hídrico, tem-se um diagnóstico demonstrado na Tabela 17 referente ao consumo autorizado não faturado facilitando a análise e organizando a disposição dos dados.

4.3.7 Passo 5: Determinação o consumo autorizado total.

Para determinar o consumo autorizado total, foi aplicada a Equação 14, considerada a soma dos volumes de água autorizado faturado e o volume de água autorizado não faturado.

$$\text{VAT} = \text{VAF} + \text{VAnF} \quad (\text{m}^3) \quad (14)$$

$$\text{VAT} = 3.974.918 + 35.452 \quad (\text{m}^3)$$

$$\text{VAT} = 4.010.370 \quad (\text{m}^3)$$

O consumo autorizado total para a Unidade de Saneamento 75 durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 4.010.370 metros cúbicos.

4.3.8 Passo 6: Determinando as perdas de água do sistema.

Após o levantamento das informações e dados úteis para formatação do Volume Total Macromedido (Corrigido, se necessário), do Volume Micromedido (Corrigido, se necessário), do Volume Total Autorizado Não-Medido, compreendemos assim, o Consumo Total, sendo este faturado ou não.

O próximo passo é identificar e quantificar as perdas, sendo elas reais ou aparentes, de modo a realizar o balanço hídrico da Unidade Operacional Local.

- Identificação das Perdas

Para determinar as perdas totais de água, foi considerada a diferença entre os volumes de água que entra no sistema e o volume consumido autorizado, relacionados na Equação 15.

PT =	VMC – VAT	(m³)
PT =	7.550.044 – 4.010.370	(m³)
PT =	3.539.674	(m³)

As perdas totais da Unidade de Saneamento 75 da CORSAN, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivalem a 3.539.674 metros cúbicos.

4.3.9 Passo 7: Quantificação das perdas aparentes do sistema

Neste estudo, estaremos analisando a perda aparente proveniente do erro de medição que ocorre no levantamento da quantidade de água autorizada medida e no levantamento do volume referente aos índices adotados na quantificação estimada da água faturada não medida.

Os demais levantamentos volumétricos, referentes a ligações com irregularidades em geral, é deixada como sugestão para trabalhos futuros, baseado na falta de informação necessária para a aplicação da mesma.

Devemos salientar que, o erro na micromedição não é um valor exato de perda de água apenas no ponto medidor, mas também inclui valores de subjetividade decorrente da possibilidade de, inclusive, ocorrer erros de processamento de dados, fraudes e instalação problemática.

Conseqüentemente tem-se:

$$VMA = VMAnc - (VMAnc * Icm) \quad (m^3) \quad (17)$$

Onde:

VMA = Volume Micromedido Autorizado.

VMAnc = Volume Micromedido não corrigido.

Icm = Índice de correção de micromedidores adotado.

A quantificação do volume autorizado micromedido, parte da coleta de dados provenientes do Sistema de Informação da Unidade Operacional.

Para caracterizar as perdas decorrentes da micromedição, mais diretamente, pela ocorrência de erros na coleta de informações ou medições referentes aos hidrômetros, busca-se a análise já existente sobre os erros e correções em questão. E para isso, a princípio, será caracterizado o índice de correção voltado ao perfil do usuário (cliente), fornecendo as informações necessárias para a indicação coerente dos usos e perdas de água no sistema de distribuição e abastecimento local.

Como um primeiro passo, analisa-se o perfil do consumidor local:

Volume Médio Produzido, por Unidade Consumidora: **19,88m³ por mês;**

Índice Médio de Perdas Total: **43,96% ao mês;**

Associando o Índice Médio de Perdas com o Volume Produzido Unitário, teremos um volume, que teoricamente chega ao consumidor, ou seja, representa a Classe de Consumo: **11,14 m³ por mês;**

O trabalho de LYSA (1993) indica que os erros médios de medição dos hidrômetros de 3m³/h, que é utilizado no município de Erechim – RS, em serviço apresentam uma tendência decrescente com o aumento do consumo médio mensal dos usuários, conforme explicitado na Tabela 18:

Classe de Consumo (m ³ /mês)	Erro Médio (%) - Submedição
0 – 10	17,9
10 – 20	6,2
20 – 50	2,2
Acima de 50	0,7

Fonte: Adaptado de LYSA (apud SABESP, 2001)

Tabela 18 – Classe de consumo x Erros médios de submedição.

Sendo assim, possuindo uma classe de consumo referente a 10 – 20 m³/mês, o Índice Médio de Submedição aplicado ao Volume Medido Autorizado não corrigido será de **6,2%**.

Conseqüentemente teremos:

$$VMA = VMAnc \pm (VMAnc * Icm) \quad (m^3) \quad (17)$$

Onde:

VMA = Volume Micromedido Autorizado.

VMAnc = Volume Micromedido não corrigido.

Icm = Índice de correção de micromedidores adotado.

Portanto, na Tabela 19 é indicada a aplicação da correção para a classe de consumo do consumidor da unidade local de saneamento.

Mês	US 75 CORSAN - Erechim	
	VMAnc	VMA
Agosto 2003	233006	247452,4
Setembro 2003	236661	251334
Outubro 2003	280432	297818,8
Novembro 2003	276609	293758,8
Dezembro 2003	281048	298473
Janeiro 2004	299034	317574,1
Fevereiro 2004	285037	302709,3
Março 2004	287774	305616
Abril 2004	317270	336940,7
Mai 2004	269796	286523,4
Junho 2004	276291	293421
Julho 2004	267861	284468,4
Agosto 2004	280635	298034,4
Setembro 2004	299139	317685,6
Outubro 2004	286865	304650,6
Novembro 2004	303613	322437
Dezembro 2004	309223	328394,8
Janeiro 2005	308233	327343,4
Fevereiro 2005	307021	326056,3
Março 2005	247461	262803,6
Abril 2005	237641	252374,7
Mai 2005	267966	284579,9
Total do período de estudo - 2004	3.482.538	3.698.455

Tabela 19 – Tabela de aplicação da correção devido a classe de consumo.

Verificando na tabela 19, tem-se:

$$\text{VMA} = 3.698.455 \text{ m}^3 \text{ ao ano}$$

$$\text{Volume Submedido nos Micromedidores} = \text{VSM} = 215.918 \text{ m}^3 \text{ ao ano}$$

O erro de medição provocado pelos hidrômetros, resultando nesta submedição, deve ser considerado uma perda aparente, pois este volume foi contabilizado na distribuição, mas não foi faturado.

No momento as informações são dadas através de um:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devido a execução e acompanhamento da planilha de levantamento de dados, para coleta dos volumes Micromedidos Autorizados

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

*** : Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.**

Devida a metodologia utilizada para a quantificação do Volume Micromedido Autorizado.

Também deve ser considerado o erro relacionado à água autorizada não medida. Este erro ocorre pelo subfaturamento da água por parte da concessionária em relação aos usuários que não possuem os micromedidores instalados em suas economias.

Para tal análise, é necessário buscar um perfil médio de consumo por parte dos consumidores que tem seu consumo medido.

Baseado no consumo medido podemos estimar o consumo mínimo médio pelo qual o usuário faz o pagamento da taxa mínima, e teoricamente usufrui apenas do consumo mínimo. Este consumo mínimo é que está sendo submedido pela concessionária, e a diferença encontrada será considerada como mais uma parcela de perda aparente.

Antes da demonstração da análise, deve-se identificar as siglas a serem utilizadas na seqüência do trabalho. As economias que fazem parte das regiões atendidas pela CORSAN, para fins de tarifação, as economias classificam-se, conforme a categoria de uso, em:

I – SOCIAL “RS”

- a) **BP** - Bica Pública: ponto coletivo de tomada de água;
- b) **RA** - Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins de moradia, com até 40 m² de área total construída, financiados por Órgãos Governamentais e destinados a atender planos sociais para pessoas de baixa renda;
- c) **RA1** - Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins de moradia, por pessoas de baixa renda e que comprovem ter no máximo 6 (seis) pontos de água e não mais de 60 (sessenta)m² de área total construída;

II - RESIDENCIAL “RB”

- a) **RB** - Economias integrantes de imóveis ocupados por entidades civis, religiosas, associações sem fins lucrativos e imóveis residenciais não classificadas na categoria social;
- b) Imóveis em construção (obras), para fins de moradia, em caráter unifamiliar, durante o período de execução; concluída a obra, o imóvel deverá ser classificado, de acordo com a respectiva categoria de uso, perfeitamente identificada, a pedido do interessado ou exofício;
- c) Economias integrantes de imóveis ocupados por entidades beneficentes de fins assistenciais, enquadradas segundo requisitos estabelecidos em norma própria.

III –PÚBLICA “P”

PUB - Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para o exercício de atividades fins dos Órgãos da Administração Direta do Poder Público Federal, Estadual ou Municipal e Fundações Públicas, excluídas as economias destinadas a atividades de outra natureza (comercial, residencial ou industrial).

IV - INDUSTRIAL

Economias integrantes de imóveis ocupados para o exercício de atividades industriais, inclusive Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, perfeitamente identificadas, ou através do Alvará de Funcionamento e classificadas em:

a) **IND1** - Economia de natureza industrial, onde a água é utilizada como elemento essencial a natureza da atividade, incluída no produto final, na forma de insumo, ou como complemento, para limpeza ou refrigeração, em alguma etapa do seu processo industrial;

b) **IND** - Economias de natureza industrial, que não utilizam água como insumo de seus produtos, nem a consomem, como complemento, em qualquer etapa do seu processo industrial.

V – COMERCIAL

Economias integrantes de imóveis ocupados para o exercício de atividades comerciais, inclusive Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, perfeitamente identificadas, ou através do Alvará de funcionamento e classificadas em:

COM – são consideradas estas economias:

a) Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins comerciais, exceto as enquadradas na categoria C1.

b) Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista, que integram a Administração Pública Indireta e que exploram atividade comercial;

c) Economias com ligações temporárias (feiras, circos, etc),

C1 – Economias integrantes de imóveis ocupados exclusivamente para fins comerciais e que não utilizam a água como complemento indispensável a atividade comercial desenvolvida, mas apenas para higiene pessoal, limpeza e instalações sanitárias e desde que o imóvel não ultrapasse a área total privativa de 100 m².

Portanto:

O volume medido e as economias variam conforme o mês, de acordo com o levantamento dos dados demonstrados na tabela.

Para o cálculo do consumo mínimo médio foi adotada uma análise qualitativa dos dados e ocorrência do tipo de economia sem medição, referido na Tabela 20:

Consumo mínimo (m ³)	Tipo de Economia	Porcentagem de economias	Consumo mínimo corrigido (m ³)
10	RA	97,53%	9,75
	RA1		
	RB		
	C1		
20	COM	2,15%	0,43
	PUB		
30	BP	0,33%	0,10
	IND		
	IND1		
Consumo mínimo médio			10,28

Tabela 20 – Cálculo do consumo mínimo médio

Quanto ao consumo por economia, foi considerado um acréscimo de 10 a 20% no consumo, caracterizando que pela falta de micromedição e um controle mais rígido do consumo pela concessionária, o consumidor possa utilizar a água em maior quantidade do que utilizaria caso o seu consumo estivesse sendo controlado.

Com o consumo mínimo médio encontrado, analisa-se o volume mensal submedido entre janeiro de 2004 e dezembro de 2004, detalhado na Tabela 21.

Mês	Volume Medido	Economias	Consumo por economia	Consumo mínimo médio	Submedição por economia	Economias s/ medição	Volume Submedido
Janeiro 2004	299034	25678	13,97464	10,28	3,69464	5215	19268
Fevereiro 2004	285037	25773	13,27142	10,28	2,991424	5162	15442
Março 2004	287774	25770	13,40042	10,28	3,120419	5182	16170
Abril 2004	317270	25815	14,74817	10,28	4,46817	5143	22980
Mai 2004	269796	26083	12,4125	10,28	2,132499	4987	10635
Junho 2004	276291	26137	12,68505	10,28	2,405052	4967	11946
Julho 2004	267861	26188	12,27406	10,28	1,994064	4957	9885
Agosto 2004	280635	26280	12,81438	10,28	2,534384	4886	12383
Setembro 2004	299139	26403	13,59568	10,28	3,315682	4835	16031
Outubro 2004	286865	26460	13,00975	10,28	2,729751	4873	13302
Novembro 2004	303613	26514	13,74125	10,28	3,461254	4870	16856
Dezembro 2004	309223	26536	13,98355	10,28	3,703554	4885	18092
Total anual	3482538						182989

Tabela 21 – Cálculo do volume submedido estimado

Verificando, teremos:

$$\text{Volume Submedido Estimado} = \text{VSE} = 182.989 \text{ m}^3 \text{ ao ano}$$

O erro provocado pela estimativa, resultando nesta submedição, deve ser considerado uma perda aparente, pois este volume foi contabilizado na distribuição mas não foi faturado, mas pode ser evitado com a implantação de 100% de micromedidores na região de abrangência.

No momento as informações são dadas através de um:

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

5 – 20% : Pior do que $\pm 5\%$, mas melhor do que ou igual a $\pm 20\%$.

devida a hipótese levantada de que o consumo mínimo médio seja o valor referente, e pela análise utilizar uma média de consumo das economias que são medidas.

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

*** : Dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada.**

Devida a metodologia utilizada para a quantificação do Volume Estimado Corrigido.

Para determinar o consumo autorizado total, foi considerada a diferença entre os volumes de água que entra no sistema e o volume consumido autorizado, conforme indicado na Equação 18.

$$\text{PAT} = \text{VSM} + \text{VSE} \quad (\text{m}^3) \quad (18)$$

$$\text{PAT} = 215.918 + 182.989 \quad (\text{m}^3)$$

$$\text{PAT} = 398.907 \quad (\text{m}^3)$$

Onde:

PAT = Perdas Aparentes Totais;

VSM = Volume Submedido Micromedido;

VSE = Volume Submedido Estimado.

As perdas aparentes totais da Unidade de Saneamento 75 da CORSAN, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivalem a 398.907 metros cúbicos.

Cálculo das perdas aparentes				
	Valor	Unidade	confiabilidade	exatidão
Estimativa dos erros sistemáticos do consumo autorizado	398907	m³/ano		21-50%
Estimativa do erro sistemático na micromedição	215918	m³/ano	**	21-50%
Estimativa do erro sistemático da água autorizada não medida	182989	m³/ano	**	21-50%
Volume de perdas aparentes	398907	m³/ano	*	0-5%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 22 – Perdas aparentes do sistema.

4.3.10 Passo 8: Determinação das perdas reais do sistema.

As perdas reais do sistema é resultado da aplicação da Equação 16.

$$\text{PRT} = \text{PT} - \text{PAT} \quad (\text{m}^3) \quad (16)$$

$$\text{PRT} = 3.539.674 - 398.907 \quad (\text{m}^3)$$

$$\text{PRT} = 3.140.767 \quad (\text{m}^3)$$

As perdas reais totais da Unidade de Saneamento 75 da CORSAN, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivalem a 3.140.767 metros cúbicos.

4.3.11 Passo 9: Avaliando as perdas reais.

- Extravasamentos em reservatórios;

Foi verificado que durante todo o ano de 2004 não ocorreu nenhum tipo de extravasamento em nenhum dos 11 reservatórios que abastecem o município. Tal

monitoramento dos reservatórios possui controles de nível com acionamento automático, evitando assim a ocorrência de extravasamentos.

Sendo assim:

Volume perdido por extravasamento de reservatórios = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a \pm 5%

Devido a comprovação da inexistência de extravasamento em todos os reservatórios monitorados pela Unidade local.

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de extravasamento em todos os reservatórios monitorados pela Unidade local.

- Vazamento em reservatórios;

É fundamental para o desenvolvimento deste item uma pesquisa com todas as Unidades de Negócio envolvidas na operação destes reservatórios, a partir das quais podem ser obtidos os dados que irão fundamentar os valores estimados. Como na análise da existência ou não de vazamentos em reservatórios foi comprovada a inexistência de tal perda, esta foi considerada nula.

Sendo assim:

Volume perdido por vazamento em reservatórios = 0 m³/ano

- Grau de exatidão das informações referentes a quantificação do volume para suprimento de emergência:

0 – 5% : Melhor ou igual a \pm 5%

Devido a comprovação da inexistência de vazamento em todos os reservatórios monitorados pela Unidade local;

- Grau de confiabilidade informações referentes a quantificação do volume entregue pela concessionária:

***** : Dados baseados análises adequadamente documentadas.**

Devido a comprovação da inexistência de vazamento em todos os reservatórios monitorados pela Unidade local.

- Vazamentos encontrados;

No caso em estudo, não foi possível caracterizar o volume em decorrência do período determinado para o estudo. Mas sendo considerado os demais valores encontrados, identificando o consumo, perdas totais, perdas aparentes e a parcela de perdas reais resultante da análise dos reservatórios, será considerado o volume resultante como perdas reais provenientes do vazamento na rede, em tubulações e ramais.

Portanto:

$$\mathbf{PRv = PRT - PRer - PRvr} \quad (\text{m}^3) \quad (20)$$

$$\mathbf{PRv = 3.140.759 - 0 - 0} \quad (\text{m}^3)$$

$$\mathbf{PRv = 3.140.759} \quad (\text{m}^3)$$

Onde:

PRv = Perdas Reais por vazamento

PRT = Perdas Reais Totais;

PRer = Perdas Reais por extravasamento nos reservatórios;

PAT = Perdas Reais por vazamento nos reservatórios.

As perdas reais provenientes de vazamentos no sistema de distribuição e abastecimento da Unidade de Saneamento 75 da CORSAN, durante o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004 equivale a 3.140.767 metros cúbicos.

Cálculo das perdas reais				
	Valor	Unidade	confiabilidade	exatidão
Fuga em extravasamentos e vazamentos dos reservatórios	0	m ³ /ano	**	0-5%
Fuga em vazamentos de redes e ramais	3140759	m ³ /ano	**	51-100%
Volume de perdas reais	3140759	m ³ /ano	*	20-50%

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 23 – Perdas reais do sistema.

Para simplificar a utilização e entendimento dos dados referentes ao diagnóstico do balanço hídrico para a US 75 da CORSAN, demonstra-se na Tabela 24 uma planilha resumindo as informações úteis para a avaliação do sistema de distribuição e abastecimento, e na seqüência, na Tabela 25 relata-se os dados complementares para a aplicação deste mesmo balanço hídrico.

Sistema de abastecimento de água de CORSAN - Erechim		
Período: Janeiro 2004 - Dezembro 2004		
Componentes do balanço hídrico:		Exatidão
Água entrada no sistema	7.550.044 m ³ /ano	0-5 %
Consumo faturado medido	3.482.538 m ³ /ano	0-4 %
Consumo faturado não medido	492.380 m ³ /ano	21-50 %
Consumo autorizado faturado	3.974.918 m ³ /ano	2-7 %
Água não faturada	3.575.126 m³/ano	0-5 %
Consumo não faturado medido	360 m ³ /ano	6-20 %
Consumo não faturado não medido	35.092 m ³ /ano	5-19 %
Consumo autorizado não faturado	35.452 m ³ /ano	5-19 %
Consumo autorizado	4.010.370 m ³ /ano	1-6 %
Perdas de água	3.539.674 m³/ano	2-13 %
Uso não autorizado	0 m ³ /ano	
Erros de medição	398.907 m ³ /ano	14-35 %
Perdas aparentes	398.907 m³/ano	14-35 %
Fugas nas condutas de adução e/ou distribuição	0 m ³ /ano	
Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição	0 m ³ /ano	
Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição)	3.140.759 m ³ /ano	51-100 %
Perdas reais	3.140.759 m³/ano	51-100 %

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 24 – Quadro resumo do balanço hídrico aplicado

Indicadores de perdas recomendados pela IWA			
Sistema de abastecimento de água de Corsan Erechim			
Período: Janeiro 2004 - Dezembro 2004			Exatidão
Indicadores de recursos hídricos			
Ineficiência na utilização dos recursos hídricos	42	%	3-15 %
WR1 = $A19 / A3 \times 100$			
A3 - Água entrada no sistema	7.550.044	m ³ /ano	0-5 %
A19 - Perdas reais	3.140.754	m ³ /ano	3-15 %
Indicadores operacionais			
Perdas de água por ramal	167	m³/ramal/ano	2-14 %
Op23 = $(A15 \times 365 / H1) / C24$ (válido para sistemas de distribuição)			
A15 - Perdas de água	3.539.674	m ³ /ano	2-13 %
C24 - Número de ramais	21.134	n.º	0-5 %
H1 - Duração do período de referência	365	dias	0-5 %
Perdas aparentes	5	%	14-35 %
Op25 = $A18 / (A3 - A5 - A7) \times 100$ (válido para sistemas de distribuição ou completos)			
A3 - Água entrada no sistema	7.550.044	m ³ /ano	0-5 %
A5 - Água bruta exportada	0	m ³ /ano	
A7 - Água tratada exportada	0	m ³ /ano	
A18 - Perdas aparentes	398.920	m ³ /ano	14-35 %
Perdas reais por ramal	407	l/ramal/dia	3-16 %
Op27 = $A19 \times 1000 / (C24 \times H2 / 24)$ (válido para sistemas de distribuição ou completos)			
A19 - Perdas reais	3.140.759	m ³ /ano	3-15 %
C24 - Número de ramais	21.134	n.º	0-5 %
H2 - Tempo de pressurização do sistema	24	horas /dia	0-5 %
Índice infra-estrutural de fugas (-)	11,7	(-)	6-24 %
Op29 = $Op27 / (18 \times C8 / C24 + 0,8 + 0,025 \times C25) / (D34/10)$			
Op27 - Perdas reais por ramal	407	l/ramal/dia	3-16 %
C8 - Comprimento de condutas	281	km	0-5 %
C24 - Número de ramais	21.134	n.º	0-5 %
C25 - Comprimento médio dos ramais prediais	5	m	21-50 %
D34 - Pressão média de operação	300	kPa	6-20 %
Indicador de água não medida			
Água não medida	54	%	0-5 %
Op39 = $(A3 - A8 - A11) / A3 \times 100$			
A3 - Água entrada no sistema	7.550.044	m ³ /ano	0-5 %
A8 - Consumo faturado medido	3.482.538	m ³ /ano	0-4 %
A11 - Consumo não faturado medido	360	m ³ /ano	21-50 %

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 25 – Dados complementares para aplicação do balanço hídrico.

Portanto, por meio do diagnóstico descrito anteriormente, o resultado do balanço hídrico para o sistema de distribuição e abastecimento da US 75 da CORSAN é demonstrado na Tabela 26, caracterizando os diferentes usos e perdas de água para o município de Erechim.

COMPONENTES DO BALANÇO HÍDRICO (m³/ano)

Sistema de abastecimento de água de Corsan Erechim

Período: Janeiro 2004 - Dezembro 2004

Água entrada no sistema 7550044 m³/ano Erro relativo: 0-5 %	Consumo autorizado 4010370 m³/ano Erro relativo: 1-6 %	Consumo autorizado faturado 3974918 m³/ano Erro relativo: 2-7 %	Consumo faturado medido 3482538 m³/ano Erro relativo: 0-4 %	Água faturada 3974918 m³/ano Erro relativo: 0-5%
			Consumo faturado não medido 492380 m³/ano Erro relativo: 21-50 %	
		Consumo autorizado não faturado 35452 m³/ano Erro relativo: 5-19 %	Consumo não faturado medido 360 m³/ano Erro relativo: 6-20 %	Água não faturada 3575126 m³/ano Erro relativo: 0-5 %
			Consumo não faturado não medido 35092 m³/ano Erro relativo: 5-19 %	
	Perdas de água 3539674 m³/ano Erro relativo: 2-13 %	Perdas aparentes 398920 m³/ano Erro relativo: 14-35 %	Uso não autorizado desconhecido	
			Erros de medição 398920 m³/ano Erro relativo: 14-35 %	
		Perdas reais 3140754 m³/ano Erro relativo: 20-50 %	Fugas e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição 0 m³/ano Erro relativo: 0-5%	
	Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição) 3140759 m³/ano Erro relativo: 51-100 %			

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do balanço hídrico

Tabela 26 – Balanço hídrico da unidade.

Através da análise do balanço hídrico formatado é possível verificar que as maiores perdas de água estão relacionadas com os vazamentos ocorridos nas tubulações.

Portanto, o mais indicado para este sistema, assim como para os demais existentes, é a implantação de um sistema de controle de perdas que evidencie o controle de vazamentos em tubulações e nas redes, principalmente implantando um Programa de Detecção de Vazamentos, que possibilita o levantamento mais exato de dados possibilitando a identificação dos pontos críticos existentes na rede, bem como minimizar o tempo de resposta para o atendimento a essas ocorrências de vazamento.

Mais detalhadamente, o programa de detecção, se bem implementado permite:

1. Levantamento de dados estatísticos de pesquisas e consertos de vazamentos;
2. Levantamento de dados de número de vazamentos, detectados e consertados, em redes e em ramais;
3. Determinação do volume de água perdido nas redes; este valor é obtido pelo produto do número total de vazamentos em rede, pela sua vazão média, utilizando-se o valor pré-definido de vazão de fuga, em L/s. vazamento em rede;
4. Determinação do volume de água perdido nos ramais; este valor é obtido pelo produto do número total de vazamentos em ramais, pela sua vazão média, utilizando-se o valor pré-definido de vazão de fuga, em L/s.vazamento em ramal;

Ou seja, ao implantar um programa de detecção de fugas, os cálculos posteriores do balanço hídrico poderão contar com detalhamento no levantamento do número total de vazamentos, ocorridos no período em análise. O volume total perdido no período corresponderá à soma dos volumes provenientes de todos os vazamentos detectados.

4.4 Estudo financeiro para desenvolvimento de uma política de controle de perdas para a US 75 da CORSAN

No decorrer da pesquisa, verificou-se que apenas cerca de 84% das economias consumidoras de água no município de Erechim (no Ano de 2004) possuem. Considerando que para a implementação de uma política de controle de perdas de água em sistemas de abastecimento e distribuição são necessárias algumas providências prévias ao desenvolvimento do planejamento.

As Tabelas 27 e 28 discriminam as diferentes economias consumidoras existentes no sistema de distribuição e abastecimento local, indicando a porcentagem das economias que possuem seu consumo micromedido ou não, possibilitando a análise da micromedição no ano de 2004.

Sistema de Abastecimento de Água - Porcentagem de Hidromedidação - 1º Semestre 2004												
Período	jan/04		fev/04		mar/04		abr/04		mai/04		jun/04	
BP - Total	6		5		5		5		5		5	
BP c/ hidrômetro	5	83%	5	100%	5	100%	5	100%	5	100%	5	100%
BP s/ hidrômetro	1	17%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
RA - Total	713		706		703		699		693		689	
RA c/ hidrômetro	197	28%	194	27%	192	27%	197	28%	203	29%	202	29%
RA s/ hidrômetro	516	72%	512	73%	511	73%	502	72%	490	71%	487	71%
RA1 - Total	3865		3834		3819		3785		3742		3719	
RA1 c/ hidrômetro	1880	49%	1870	49%	1860	49%	1855	49%	1852	49%	1866	50%
RA1 s/ hidrômetro	1985	51%	1964	51%	1959	51%	1930	51%	1890	51%	1853	50%
RB - Total	22724		22799		22835		22879		23020		23074	
RB c/ hidrômetro	20247	89%	20346	89%	20362	89%	20402	89%	20651	90%	20681	90%
RB s/ hidrômetro	2477	11%	2453	11%	2473	11%	2477	11%	2369	10%	2393	10%
C1 - Total	1263		1268		1273		1276		1288		1287	
C1 c/ hidrômetro	1155	91%	1159	91%	1164	91%	1170	92%	1183	92%	1185	92%
C1 s/ hidrômetro	108	9%	109	9%	109	9%	106	8%	105	8%	102	8%
COM - Total	2024		2025		2019		2016		2017		2024	
COM c/ hidrômetro	1914	95%	1919	95%	1907	94%	1906	95%	1902	94%	1909	94%
COM s/ hidrômetro	110	5%	106	5%	112	6%	110	5%	115	6%	115	6%
IND - Total	92		92		92		92		97		96	
IND c/ hidrômetro	83	90%	83	90%	83	90%	83	90%	87	90%	88	92%
IND s/ hidrômetro	9	10%	9	10%	9	10%	9	10%	10	10%	8	8%
IND1 - Total	100		100		100		100		102		103	
IND1 c/ hidrômetro	93	93%	93	93%	93	93%	93	93%	96	94%	96	93%
IND1 s/ hidrômetro	7	7%	7	7%	7	7%	7	7%	6	6%	7	7%
PUB - Total	106		106		106		106		106		107	
PUB c/ hidrômetro	104	98%	104	98%	104	98%	104	98%	104	98%	105	98%
PUB s/ hidrômetro	2	2%	2	2%	2	2%	2	2%	2	2%	2	2%
Economias - Total	30893		30935		30952		30958		31070		31104	
Econ c/ hidrômetro	25678	83%	25773	83%	25770	83%	25815	83%	26083	84%	26137	84%
Econ s/ hidrômetro	5215	17%	5162	17%	5182	17%	5143	17%	4987	16%	4967	16%

Tabela 27 – Análise da situação da micromedidação no 1º semestre de 2004

Sistema de Abastecimento de Água - Porcentagem de Hidromedidação - 2º Semestre 2004												
Período	jul/04		ago/04		set/04		out/04		nov/04		dez/04	
BP - Total	5		5		5		5		5		5	
BP c/ hidrômetro	5	100%	5	100%	5	100%	2	40%	2	40%	2	40%
BP s/ hidrômetro	0	0%	0	0%	0	0%	3	60%	3	60%	3	60%
RA - Total	687		682		675		672		668		662	
RA c/ hidrômetro	208	30%	210	31%	207	31%	208	31%	203	30%	197	30%
RA s/ hidrômetro	479	70%	472	69%	468	69%	464	69%	465	70%	465	70%
RA1 - Total	3704		3673		3625		3616		3573		3537	
RA1 c/ hidrômetro	1874	51%	1872	51%	1851	51%	1839	51%	1812	51%	1793	51%
RA1 s/ hidrômetro	1830	49%	1801	49%	1774	49%	1777	49%	1761	49%	1744	49%
RB - Total	23124		23179		23267		23374		23479		23551	
RB c/ hidrômetro	20716	90%	20797	90%	20903	90%	20978	90%	21072	90%	21115	90%
RB s/ hidrômetro	2408	10%	2382	10%	2364	10%	2396	10%	2407	10%	2436	10%
C1 - Total	1285		1285		1301		1304		1297		1298	
C1 c/ hidrômetro	1182	92%	1187	92%	1205	93%	1205	92%	1198	92%	1197	92%
C1 s/ hidrômetro	103	8%	98	8%	96	7%	99	8%	99	8%	101	8%
COM - Total	2033		2028		2048		2044		2045		2053	
COM c/ hidrômetro	1915	94%	1914	94%	1933	94%	1928	94%	1929	94%	1935	94%
COM s/ hidrômetro	118	6%	114	6%	115	6%	116	6%	116	6%	118	6%
IND - Total	97		98		99		99		99		99	
IND c/ hidrômetro	87	90%	88	90%	90	91%	90	91%	90	91%	90	91%
IND s/ hidrômetro	10	10%	10	10%	9	9%	9	9%	9	9%	9	9%
IND1 - Total	103		104		106		106		105		102	
IND1 c/ hidrômetro	96	93%	96	92%	98	92%	98	92%	96	91%	94	92%
IND1 s/ hidrômetro	7	7%	8	8%	8	8%	8	8%	9	9%	8	8%
PUB - Total	107		112		112		113		113		114	
PUB c/ hidrômetro	105	98%	111	99%	111	99%	112	99%	112	99%	113	99%
PUB s/ hidrômetro	2	2%	1	1%	1	1%	1	1%	1	1%	1	1%
Economias - Total	31145		31166		31238		31333		31384		31421	
Econ c/ hidrômetro	26188	84%	26280	84%	26403	85%	26460	84%	26514	84%	26536	84%
Econ s/ hidrômetro	4957	16%	4886	16%	4835	15%	4873	16%	4870	16%	4885	16%

Tabela 28 – Análise da situação da micromedidação no 2º semestre de 2004

Sendo assim, buscando um resultado com uma menor erro relativo geral, é indicada a implantação de uma política de 100% de hidromedidação como atitude anterior à escolha e aplicação de um método de controle de perdas.

Então, considerando a necessidade de micromedir todo o consumo de água da população abastecida pela US 75, é efetuada uma análise financeira da implementação da política prévia proposta.

Consideramos então, a população atendida a partir do ano de 2004, utilizando as modificações nas economias atendidas, consumo e implementação de equipamentos baseada no ano analisado.

O primeiro passo é analisar de uma forma minuciosa a micromedição existente no sistema.

Os quadros referentes a micromedição indicam que há uma população que não tem o seu consumo medido. Tal população pode representar uma variável negativa na escolha de um correto sistema que vise o controle de perdas de água no sistema em estudo, visto que a influência desta informação é bastante considerável.

Sendo assim, a concessionária parte a subestimar um consumo às áreas afetadas por esta falta de infra-estrutura, pois se deve lembrar que, sendo uma população que não tem seu consumo medido o seu uso pode extrapolar as necessidades básicas de utilização de água.

Partindo deste princípio, e de devidas informações coletadas na Unidade de Saneamento analisada, temos que o consumo estimado por unidade consumidora é relativamente superior ao consumo medido por unidade consumidora, conforme mostra a Figura 15.

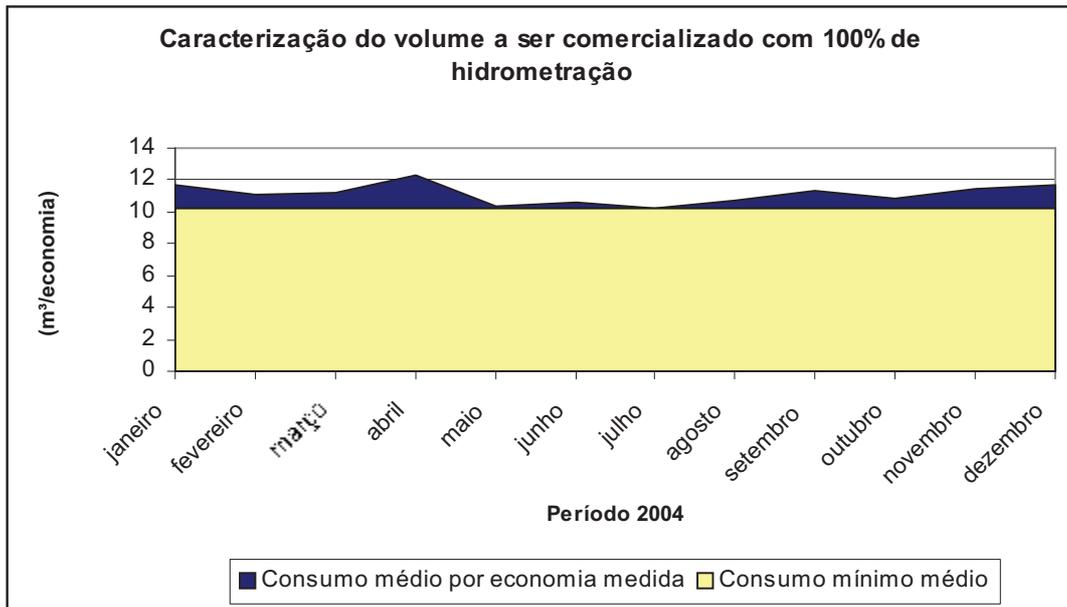


Figura 15 – Caracterização do volume a ser comercializado com 100% de hidrometração

Para o consumo base (consumo de direito de acordo com a tarifa mínima de consumo de água) desta população, foram considerados o número de economias abastecidas e suas características de consumo. Conforme o quadro anterior, temos um total de 97,5% de economias consumidoras residenciais (consumo base de 10 m³ por economia), 2,2% de economias comerciais (consumo base de 20 m³ por economia) e 0,3% de economias industriais ou públicas (consumo base de 30 m³ por economia).

Sendo assim, através de uma qualitativa conforme ao número de economias e respectivo tipo de uso tem-se indicado na Equação 21:

$CB = (Q_{res} \times CB_{res}) + (Q_{com} \times CB_{com}) + (Q_{ip} \times CB_{ip}) \quad (\text{m}^3/\text{economia}) \quad (21)$
$CB = (97,5\% \times 10) + (2,2\% \times 20) + (0,3\% \times 30) \quad (\text{m}^3/\text{economia})$
$CB = 10,28 \quad (\text{m}^3/\text{economia})$

Portanto, conforme indicado no gráfico, o consumo base para esta população em estudo equivale à cerca de 10,28 m³ por economia.

O consumo medido por economia, que conforme o gráfico é sempre inferior, representa o volume pelo qual a concessionária recebe integralmente o pagamento pela água utilizada, pois significa a que é água hidrometrada, representando cerca de 84% das unidades consumidoras. Esta população manteve-se sempre na faixa de consumo de 10 a 11,5 m³ por economia.

Quanto ao consumo estimado pela concessionária abrange os 16% restantes da população abastecida pela Unidade de Saneamento em questão. Verifica-se que o consumo estimado por economia é superior ao consumo base, este que equivale ao pagamento pelo produto e serviços oferecidos pela concessionária. Portanto, não ocorrendo a hidrometração, a água que é utilizada a mais, representada no gráfico como a diferença entre o consumo base e o consumo estimado por economia, é um produto não pago a concessionária.

Sendo assim, a política de 100% de hidrometração proposta, visa principalmente a utilização desta porcentagem de água, direcionada para estes 16% de economias que não estão sendo micromedidas, fazendo com que esta retorne o valor real da venda do produto e serviços para a concessionária.

Ao instituir a política de 100% de hidrometração, verificamos a existência da cobrança da parcela que anteriormente estava sendo utilizada pelo consumidor sem custo adicional nenhum.

A seguir, será analisada a hipótese de implantação de uma cobertura total na micromedição local, considerando a média de utilização de água registrada durante o ano de 2004 pelo consumo estimado.

Foi verificado que a população não hidrometrada poderia estar consumindo uma quantidade de água superior ao consumo base. Ao implantar os hidrômetros nessas economias, poderia ocorrer a possibilidade de cobrança por parte da concessionária deste valor utilizado. Em média, o consumo se encontra cerca de 2,60 m³ superior ao consumo base por economia.

Para o início da aplicação da análise financeira na execução da política de 100% hidromedtação, é recomendada a utilização da situação em que se encontrava a isenção da micromedtação local, ou seja, aproximadamente 16% das economias.

Sendo o preço do metro cúbico adicional de água ao consumo base no valor de R\$ 2,35, aplicado a todas as economias não hidrometradas, teremos a quantidade de água que será vendida a partir do momento em que será efetuada a micromedtação em todas as economias.

É importante ressaltar que a quantidade de água vendida será maior de acordo com o aumento no número de economias novas que irão aparecer após a implantação da política proposta, ou seja, continuará a contabilização de todas as unidades consumidoras que forem construídas ou religadas no município.

Características da formatação da planilha para Quadros de Fluxo Financeiro, adaptada de Pandolfo (200-), sendo a demonstração da análise de implantação de hidrômetros em todas as economias, simulando um período de retorno em 10 anos, considerando um reajuste anuas das tarifas em 10,68%, o mesmo reajuste ocorrido entre o ano de 2004-2005.

onde:

- Quantidade Vendida: é o volume médio consumido por economias cuja a água é medida e faturada, aplicado aos 16% restante de economias que possuíam o seu volume de consumo estimado. O crescimento da quantidade vendida de um ano para o outro é proporcional ao crescimento de 16% da população do município.
- O preço de venda é relativo ao período 2004, e tem seu reajuste efetuado conforme o reajuste ocorrido de 2004-2005.
- Será também considerada uma vida útil de 10 anos para os hidrômetros, prevendo a substituição da parcela de hidrômetros relativa a este investimento.
- A instalação dos hidrômetros será executada por empresas terceirizadas, conforme a prática atual da Unidade de Saneamento em análise.
- Os reajustes anuais previsto para serviços e materiais adotados são de 5% ao ano.

A seguir, a demonstração do quadro de fluxo financeiro para um período de 10 anos, considerando um reajuste anuas das tarifas em 10,68%, o mesmo reajuste ocorrido entre o ano de 2004-2005.

DESCRIÇÃO	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Quantidade Vendida										
	49.756	50.607	51.472	52.352	53.248	54.158	55.084	56.026	56.984	57.959
Preço	2,35	2,60	2,88	3,19	3,53	3,90	4,32	4,78	5,29	5,86
Receita de Vendas	116.927	131.627	148.176	166.806	187.778	211.387	237.963	267.882	301.561	339.476
Receita (Sem IPI)	116.927	131.627	148.176	166.806	187.778	211.387	237.963	267.882	301.561	339.476
IPI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Receita Bruta	116.927	131.627	148.176	166.806	187.778	211.387	237.963	267.882	301.561	339.476

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do fluxo financeiro

Tabela 29 – Cálculo do programa de vendas.

A partir do conhecimento da receita bruta, passa-se a analisar os gastos provenientes da instalação e manutenção do projeto proposto, considerados os custos operacionais.

DESCRIÇÃO	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
1. Custo Fixo de Instalação										
1.1 Instalação Terceirizada	45.290	4.386	4.684	5.002	5.342	5.705	6.093	6.507	6.949	7.422
1.2 Substituição de Hidrômetros	3.635	3.882	4.146	4.428	4.729	5.050	5.393	5.760	6.151	6.569
1.3 Hidrômetros para substituição	29.935	33.492	37.471	41.923	46.904	52.476	58.711	65.687	73.491	82.222
1.4 Eventuais	3.943	2.088	2.315	2.568	2.849	3.162	3.510	3.898	4.330	4.811
Total Parcial	82.803	43.848	48.616	53.921	59.824	66.393	73.707	81.851	90.921	101.024
CUSTO DE INSTALAÇÃO	82.803	43.848	48.616	53.921	59.824	66.393	73.707	81.851	90.921	101.024
2. Impostos Proporcionalis										
Total Parcial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUSTO GLOBAL	82.803	43.848	48.616	53.921	59.824	66.393	73.707	81.851	90.921	101.024

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do fluxo financeiro

Tabela 30 – Cálculo dos custos operacionais

A utilização da planilha permite também a análise do capital de giro necessário para manter o projeto em funcionamento, visando a possibilidade de lucro. Mas deve-se lembrar

que esta análise é referente à instalação de cerca de 16% de hidrômetros no município analisado.

DESCRIÇÃO	ANUAL
1.3 Estoques	
Produtos em Elaboração	0
Produtos Acabados	135
Peças e Materiais de reposição	270
TOTAL DAS NECESSIDADES	173
2. RECURSOS	
2.1 Fornecedores	1.041
2.4 Capital de Giro Próprio	-463
TOTAL DOS RECURSOS	578

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do fluxo financeiro
Tabela 31 – Cálculo do capital de giro

O investimento necessário é representado pela aquisição dos hidrômetros utilizados para completar os 100% de cobertura da micromedição no local. Não são considerados os hidrômetros substituídos por representarem a manutenção do funcionamento do projeto, e neste caso, é o valor investido para iniciar o mesmo.

DESCRIÇÃO	VALOR
1. Terrenos	0
2. Construções	0
3. Equipamentos	341.950
4. Capital de Giro Próprio	-463
TOTAL DO INVESTIMENTO	341.487

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do fluxo financeiro
Tabela 32 – Cálculo do investimento inicial

Por fim, temos o quadro de fluxo financeiro proposto, possibilitando a sua análise verificando o retorno financeiro do projeto.

Quadro do Fluxo Financeiro do Empreendimento Em \$ 1.000

Descrição	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receita Bruta		116.927	131.627	148.176	166.806	187.778	211.387	237.963	267.882	301.561	339.476
(-) Impostos Prop.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Receita Líquida		116.927	131.627	148.176	166.806	187.778	211.387	237.963	267.882	301.561	339.476
Custo Var. Prod.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Custo Fixo Prod.		82.803	43.848	48.616	53.921	59.824	66.393	73.707	81.851	90.921	101.024
Lucro Bruto		34.123	87.779	99.560	112.885	127.954	144.993	164.256	186.031	210.641	238.452
Desp. Ger. Var.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desp. Ger. Fixas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciação		34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195
Despesas Finan.											
Lucro Antes IR		-72	53.584	65.365	78.690	93.759	110.798	130.061	151.836	176.446	204.257
IR/Contrib. Social		-25	18.754	22.878	27.542	32.816	38.779	45.521	53.142	61.756	71.490
Lucro Líq. Após IR		-47	34.830	42.487	51.149	60.944	72.019	84.540	98.693	114.690	132.767
(+) Depreciação		34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195	34.195
(-) Amortização											
(-) Investimentos											
(+) Liber. Financiam.											
(+) Valor Residual											-463
Fluxo de Caixa Empr.	-341.487	34.148	69.025	76.682	85.344	95.139	106.214	118.735	132.888	148.885	217.599

TIR do Empreendimento = 21,46%
VPL = 191773,61

Fonte: Adaptado da planilha para cálculo do fluxo financeiro
Tabela 33 – Quadro do fluxo financeiro do empreendimento.

A resposta do investimento não é dada de imediato, como mostra o quadro de fluxo financeiro apresentado anteriormente, pois esta política que opta por 100% de hidrometração trata-se de um investimento a longo prazo, demonstrando uma Taxa Interna de Retorno de cerca de 21,46%, caracterizando o retorno do investimento como forma de lucro para ser aplicado em medidas corretivas.

Mas a maior validade encontrada na análise e aplicação deste projeto não está relacionada única e exclusivamente para o retorno econômico que ele propõe. Deve-se, principalmente, levar em consideração a importância ambiental proporcionada por este projeto, possibilitando a correta quantificação de água e conseqüentemente reduzindo o desperdício, facilitando as medidas corretivas necessárias.

Com a redução das perdas, tem-se a redução da produção total e assim uma redução considerável no consumo de energia.

Por isso a importância não só econômica mas também ambiental de empreendimentos que visam melhorar a qualidade dos serviços prestado, principalmente quando o objetivo principal é a redução das perdas de água.

5 CONCLUSÕES

5.1 Conclusão da pesquisa

De acordo com o levantamento teórico, a investigação sobre novas maneiras de efetivar o controle de perdas é relativamente proporcional ao aumento propriamente dito dos problemas causados pela falta de água, considerando a existência de perda de água em todos os sistemas de abastecimento e distribuição. Sendo assim, para os sistemas poderem identificar as suas parcelas de perdas e assim estarem aptas para minimizar o volume perdido, o diagnóstico dos usos e perdas de água é realmente importante.

É importante lembrar que não basta o consumidor economizar a água em seu destino final se a concessionária não fizer o mesmo no transporte da mesma até o seu consumo.

É consciente também que a análise de perdas de água efetuada pela maioria das concessionárias não representam a real situação em que se encontra o sistema, muitas vezes pela análise ser simplesmente baseada na perda percentual de água no sistema ou outro indicador de perda tradicional. Este processo de análise percentual de perdas está presente na unidade de Saneamento 75 da CORSAN, objeto do estudo de caso efetuado, revelou um índice de perdas percentual de 47,35% para o ano de 2004.

Após efetuar o diagnóstico, verificou-se a existência de outras parcelas de perdas, desconsideradas na análise dos indicadores percentuais anteriormente utilizada pela concessionária local. Sendo assim, é possível afirmar que os indicadores de perdas tradicionais, entre eles o indicador percentual, são insuficientes para que seja implantada uma política de controle de perdas por parte do órgão responsável, pois estes indicadores não fornecem as informações necessárias para a identificação do tipo de uso ou parcela de

perda de água que mais está influenciando o sistema de distribuição e abastecimento de água.

Depois de efetuado o levantamento dos dados e efetuado um diagnóstico na US 75 analisada, verificou-se a existência de parcelas de perdas aparentes de água que anteriormente não eram ponderadas pela concessionária, totalizando um volume de 398.907 metros cúbicos no ano de 2004. Com este diagnóstico foi possível verificar também qual é a parcela responsável pelo maior volume de perda de água, que é representado pela quantia referente as perdas reais, provenientes das fugas que ocorrem na fase de transporte para distribuição da água, que totalizam um volume de 3.140.759 metros cúbico durante o período em estudo, aproximadamente 41,60% do total de água potável produzida pela concessionária.

O resultado do diagnóstico afirmou que a parcela de perdas reais na Unidade analisada está relativamente alta, se comparada a padrões de perdas em sistemas que já possuem implantada uma política de controle de perdas de água, demonstrando assim a importância de sua implementação.

O diagnóstico demonstrou a necessidade de implantação, não de apenas uma política de controle de perdas por parte da unidade local, mas também uma política para coleta de dados que determinem seus valores e características com uma maior grau de exatidão e confiabilidade. É importante citar que esta implantação precisa de um período de adaptação do sistema analisado, principalmente em seu banco de dados informatizado.

Esta implantação deve ocorrer primeiramente em todos os pontos de medição dos diversos tipos de usos de água, desde a hora de sua captação até ser disponível para consumo, e para isso deve-se considerar avaliada a água utilizada pela própria concessionária, o controle da água pública, e principalmente o controle da água micromedida faturada.

Uma característica importante e de grande influência na implantação de uma política de perdas é o destino final da água. Para esta etapa foi contabilizado o uso medido (faturado ou não) da água e não é de interesse do programa a inserção de dados estimados, influenciando diretamente o resultado. Portanto, considera-se essencial a implantação de uma política de 100% de hidrometração no local a ser implantado um sistema de perdas de água. O sistema de 100% de hidrometração não terá somente resultados favoráveis em

longo prazo em seu investimento econômico (teoricamente com uma Taxa Interna de Retorno de 21,46% para o período em análise), mas também estará auxiliando o controle de perdas e influenciando diretamente a utilização dos recursos hídricos. Conforme a Figura 16, se este processo de hidrometração for executado e mantido de forma correta, o retorno financeiro resultante pode desencadear uma corrente de ações subseqüentes que tendem a favorecer o consumidor final.

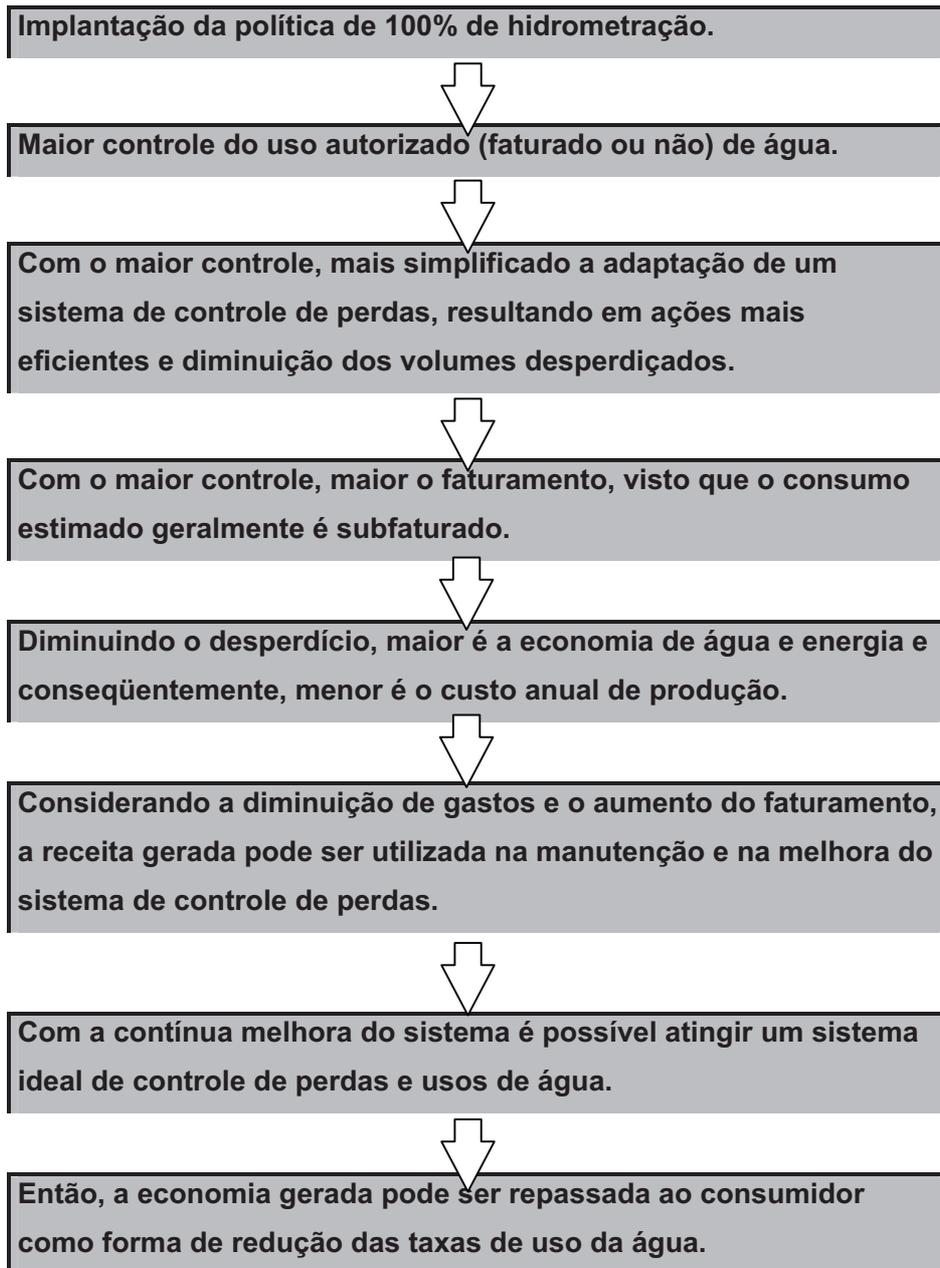


Figura 16 – Ações subseqüentes da implantação bem sucedida de um sistema de controle de perdas

Mas para esse processo ser coerente, duas variáveis deverão ser consideradas: O tempo (pois será uma adaptação a ser feita em longo prazo) e o método de implantação do sistema de controle de água (que deve visar o controle ideal das perdas, através da minimização do tempo de resposta no controle de vazamentos, manutenção correta dos equipamentos utilizados, responsabilidade na administração do sistema, entre outros).

Portanto, o balanço hídrico executado através de freqüentes auditorias irá revelar uma melhora constante no resultado, contanto que seja efetuado de maneira correta a implantação e manutenção do sistema de controle de perdas adotado, promovendo a existência de medições mais confiáveis e exatas, ou seja, a execução sistemática de auditorias é um passo importante no controle das perdas e usos de água.

Quando a concessionária de abastecimento e distribuição de água não possui em suas unidades de saneamento um sistema de controle de usos e perdas de água implantado, o resultado pode corresponder a um elevado índice de perdas reais e aparentes, significando o desperdício de um considerável volume de água. Sendo assim, as unidades revelam uma eficiência baixa no uso dos recursos ambientais, tanto de água como de energia, e dos recursos financeiros, ambos conseqüências da baixa eficácia da infra-estrutura existente.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Como recomendação para trabalhos futuros é indicada a aplicação de um diagnóstico através do balanço hídrico em demais Unidades de Saneamento que não possuem nenhum tipo de controle sobre as parcelas de usos e perdas de água, podendo assim, analisar e propor providências a serem tomadas que melhorem a eficiência da Unidade em questão.

Também é indicado que, como recomendação, a análise desta mesma unidade em período presente ao período da análise, após a instalação, em todas as economias consumidoras, de micromedidores, esta que é uma providência que está sendo tomada no momento, com previsão para que em junho de 2006 esteja finalizada.

Após a execução 100% de hidrometração, efetuar um diagnóstico e propor medidas corretivas que sirvam como continuidade na implantação de um sistema de controle das perdas de água.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Mapa hidrográfico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2005.

ALEGRE, Helena, BAPTISTA, Jaime M., **Indicadores de Desempenho de Sistemas de Distribuição de Água: Uma Questão de Moda ou de Necessidade**. In: Revista da Indústria da Água, nº.25, 1997.

ALEGRE, H.; HIRNER, W. BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. **Indicadores de desempenho para serviços de água, Manual de boa prática**.(versão portuguesa atualizada e adaptada de Performance indicators for water supply services, IWA Publishing, 2000), IRAR e LNEC. 2004.

ALEGRE H.; COELHO S. T.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA P. **Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição**. Série guias técnicos nº 3. IRAR, LNEC, INAG. 2005.

ALMEIDA, Maria da Conceição S. R. Soares, RODRIGUES, Paulo S. B., ABRAÇOS, João Nuno S. L. C., **A detecção sistemática de fugas na rede de distribuição de Lisboa e o projecto sprint**. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro, 1999.

BAPTISTA, J. M.; ALEGRE, H.; MATOS, R.; NEVES, E. B.; PÁSSARO, D.; SANTOS, R.F.; CARDOSO, A.; DUARTE, P.; ESCUDEIRO, H.; RIBEIRO, A.; NUNES, M. **Guia de avaliação de desempenho dos operadores de serviços de águas e resíduos**, Instituto Regulador de Águas e Resíduos e LNEC, Lisboa, 2004.

BARROSO, Lidiane Bittencourt. **Estudo da minimização das perdas físicas em sistema de distribuição de água utilizando o modelo EPANET**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – PPGEC, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

BARROSO, Lidiane B., GASTALDINI, Maria do C. C., **Minimização dos vazamentos em redes de distribuição. Estudo de caso**. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL, I SIMPÓSIO DE ÁGUAS DA AUGM. Santa Maria, 2005.

BRAGHIROLI, Mario Alba et al., **Gestão operacional para redução de perdas no sistema de abastecimento de água da unidade de negócio norte - RMSP**. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Joinville, 2003.

BRAGHIROLI, Mario Alba et al., **Estação de controle de pressão Freguesia do Ó. Uma obra de controle de perdas.** In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 2001.

BROWN, Lester R. **Um deserto cheio de gente.** WWI-Worldwatch Institute / UMA-Universidade Livre da Mata Atlântica 2001. Disponível em: <<http://www.wwiUma.org.br/artigos/010.html>>. Acesso em: 10 de novembro de 2004.

CAMARGO, Rosana. **A possível futura escassez de água doce, que existe na Terra, é principal preocupação das autoridades.** Disponível em: <<http://www.cefetsp.br/edu/sinergia/4p35c.html>>. Acesso em: 02 de novembro 2004.

CETESB. **O problema da escassez de água no mundo.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp>. Acesso em: 20 de novembro de 2004.

COELHO, S. T. - **Performance assessment in water supply and distribution.** 1996. Tese de Doutorado na Universidade Heriot-Watt de Edimburgo, Reino Unido, Janeiro de 1996.

CONEJO, J. G. L., LOPES, A. R. G., MARCKA, E. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. Medidas de redução de perdas e Elementos para planejamento.** Presidência da República – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano - Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1999.

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento, **Regulamento dos Serviços de Água e Esgoto.** Rio Grande do Sul, 2001.

CZAPSKI, Sílvia. **Escassez de água é um dos maiores problemas do século.** Jornal Valor, São Paulo, 2 e 3 de maio de 2004.

DANTAS, Vera. **Uso e desperdício.** Brasil Nuclear, Ano 9, número 24, Jan-Mar 2002. Disponível em : <<http://www.aben.com.br/texto/rev24/8.htm>>. Acesso em: 11 dezembro de 2004.

DONZIER, Jean-François, **Gestão integrada dos recursos hídricos: novas orientações para preparar o futuro.** Departamento Internacional da Água. Paris. Disponível em <<http://www.oiagua.org>>. Acesso em: 21 de janeiro 2005.

ELETROBRÁS. **Plano de ação do O PROCEL SANEAR.** 2004.

FARIA, A. L.; ALEGRE, H., **Paving the way to excellence in water supply systems: a framework for levels-of-service assessment based on consumer satisfaction.** Aqua, vol. 1, fevereiro de 1996.

GONÇALVES, Elton, KOIDE, Sérgio, **Estudos sobre determinação de perdas e Indicadores de desempenho do controle de perdas na distribuição de água.** In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Rio de Janeiro, 1999.

IWA. **Blue pages on losses from water supply systems.** Ed. A. Lambert e W. Hirner, International Water Association. 2000.

LAMBERT, A. **Assessing non-revenue water and its components**, Water 21, IWA - International Water Association. August 2003.

LAMBERT, A., MYERS, S., TROW, S. **Managing water leakage – Economic and technical issues**. London: Financial Times Energy. Londres, 1998.

LAMBERT, A., BROWN, T.G., TAKIZAWA, M., WEIMER, D. **A review of performance indicators for real losses from water supply systems**. AQUA – Journal of water supply research an technology, International Water Association, Dezembro de 1999.

LUVIZOTTO JR, E., SILVA, N. A. S. **Indicadores de gestão para sistemas de abastecimento de água. In: Planejamento Projeto e Operação de sistemas de abastecimento de água**, João Pessoa, 2002.

LYSA – Lyonnaise Des Aux Services Associes. **Hidrômetros e Micromedição**. Minuta 21, Setembro de 1993.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2004.

MORAES, Margarete. **Abastecimento de água está próximo do colapso: O aquecimento global, o desmatamento, a contaminação e o desperdício estão acabando com as reservas hídricas do planeta**. Free Lance para a Folha. Ed. Equilíbrio. 2 de Agosto de 2001, pág. 8-9.

MOURA, Eulina M. de, DIAS, Isabelly C. S., SILVA, Jussara S. da, SILVA, Ferdnando C. da, **Abordagem sobre perdas de água em sistemas de abastecimento: breve explicação sobre os tipos e principais causas**. In: IV SEREA - Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2004.

PANDOLFO, A., **Quadros de fluxo financeiro**. Apresentado na disciplina de planejamento e análise de projetos – PPGENG, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 200-.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM, **Dados do Município**. Disponível em: <<http://www.pmerechim.rs.gov.br/municipio/index.php>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2005.

RAUBER, J. (Coord.) et al. **Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas**. Passo Fundo: UPF Editora, 2003.

ROSSIGNEUX, Nanci V. Q., FERNANDES, Cristóvão V. S., **Estabelecendo a importância relativa do controle de perdas em redes de distribuição de água – o exemplo de uma rede hipotética**. In: IV SEREA - Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2004.

SABESP, **Proposta de metodologia para execução de auditoria de água nos sistemas de distribuição operados pela SABESP. Relatório preliminar 1-TDGD – 01/01**

SAMUEL, Paulo R. da Silva, FRAGA, Adinaldo Soares de, NASCIMENTO, Luis Felipe, **Efeitos da substituição de redes sobre as perdas d'água no distrito pitométrico de Ipanema**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 2001.

SILVA, Edna L. da, MENEZES, Ester M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. – 3. Ed. 2001. 118p. Disponível em <[http://WWW.ppgep.ufsc.br/legislação e estrutura anterior/metodologia](http://WWW.ppgep.ufsc.br/legislação_e_estrutura_anterior/metodologia)>. Acesso em: 10 mar. 2004.

SOARES, Alexandre K., REIS, Luisa F. R., **Estudo dos parâmetros do modelo de vazamentos de um setor da rede de distribuição de água de Piracicaba - SP**. In: IV SEREA - Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2004.

SOARES, Débora, **A experiência da redução e controle de perdas no sistema de distribuição de água no setor jd. Popular**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 2001.

TARDELLI FILHO, Jairo. **Controle e redução de perdas**. In: TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 1ª edição. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TAVARES, Maurício Almeida, **Estudo para instalação de válvulas redutoras de Pressões através de mapa digital de pressões estáticas no Sistema de distribuição de água da região metropolitana de Goiânia**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 2001.

TOCHETTO, M. R. L., PEREIRA, L. C. **Água: Esgotabilidade, Responsabilidade e Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/agua/doce/index.html&conteudo=/agua/doce/artigos/esgotabilidade.html>>. Acesso em: 10 de novembro de 2004.

VESPER. **Água, o bem mais precioso do mundo**. Secção: Água; Abastecimento; Queda; Colapso; Distribuição. Disponível em: <http://www.escolavesper.com.br/agua/escassez_de_agua.htm>. Acesso em: 22 de novembro de 2004.